

Aus der Neurochirurgischen Klinik der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Die offene und die percutane Chordotomie
bei der Behandlung unstillbarer Schmerzen

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Würde des Doktors der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz
den Medizinischen Fachbereichen vorgelegt von

Udo Engelhard
aus Darmstadt

Mainz
1979



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Neurochirurgischen Klinik der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Die offene und die percutane Chordotomie
bei der Behandlung unstillbarer Schmerzen

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Würde des Doktors der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz
den Medizinischen Fachbereichen vorgelegt von

Udo Engelhard
aus Darmstadt

Mainz

1979

Fachbereichsdekan: Professor Dr. J.-E. Altwein

1. Gutachter: Professor Dr. G. Busch

2. Gutachter: Professor Dr. Dr. h. c. K. Schürmann



GLIEDERUNG

	Seite
1. Einleitung	2
2. Anatomische und physiologische Vorbemerkungen	5
3. Die offene Chordotomie	7
3.1. Indikationen zur offenen Chordotomie	8
3.2. Technik der offenen Chordotomie	10
3.3. Eigene Patienten	15
4. Die percutane Chordotomie	22
4.1. Indikationen zur percutanen Chordotomie	23
4.2. Technik der percutanen Chordotomie	24
4.3. Eigene Patienten	28
5. Ergebnisse der offenen und percutanen Chordotomie	33
5.1. Komplikationen	38
5.2. Letalität	38
6. Diskussion	48
7. Zusammenfassung	60
8. Literaturnachweis	63
9. Lebenslauf	71

1. Einleitung

Der Schmerz stellt immer wieder ein zentrales Problem für den Arzt dar. Er weist den Patienten darauf hin, daß etwas in seinem Körper nicht in Ordnung ist; deshalb kann man ihn auch als Warner und Hüter der Gesundheit bezeichnen.

Dem Arzt dient er als große Hilfe, da aus der Schmerzlokalisation Rückschlüsse auf den vermutlichen Krankheitsprozeß gemacht werden können.

Außerdem kann dadurch, daß der Patient die Art seines Schmerzes beschreibt, die Diagnose gefestigt werden. Der Schmerz konfrontiert den Arzt also mit dem Problem (13), aus der Lokalisation die Ursache des initialen Prozesses ausfindig zu machen.

In manchen Fällen hat der Schmerz jedoch als Indikator seinen Sinn verloren, vor allem dann, wenn ein inoperabler Tumor die Ursache darstellt.

Wenn diese von ärztlicher Seite aus nicht zu beseitigen ist, wird zunächst versucht, dem Patienten mittels Pharmakotherapie zu helfen. Sinnvollerweise wird mit leichten oder mittleren Analgetika üblicher Dosierung begonnen und eventuell die Dosis gesteigert. Falls damit keine überzeugende Wirkung erzielt wird, werden starke Analgetika und schließlich auch Opiate eingesetzt, wobei stets daran zu denken ist, daß letztere eigentlich nur in der Endphase maligner Krankheitsprozesse indiziert sind, da bei Patienten in gutem Allgemeinzustand oder mit längerer Lebenserwartung das Suchtproblem auftritt.

Weil die Schmerzen in manchen Fällen auch durch Opiate nicht nachhaltig zu bessern, also inkurabel sind, wurden schon seit Beginn des Jahrhunderts Überlegungen getroffen, wie solchen Patienten durch die Unterbrechung der Schmerzbahn am besten Erleichterung verschafft werden kann.

PISCOL (31) berichtet darüber 1974 in seinem Kapitel über die spinalen Schmerzoperationen.

FOERSTER (7) führte 1908 an einem neunjährigen Knaben mit Paraplegie an beiden unteren Extremitäten eine Rhizotomia posterior durch. 1910 beschreibt SCHÜLLER (37) die Methode der Durchtrennung von Rückenmarkssträngen. 1911 haben MARTIN und SPILLER (43) zum ersten Mal in Amerika und FOERSTER (8) 1912 in Deutschland die ersten anterolateralen thorakalen Chordotomien durchgeführt. Bei dieser operativen Methode wird der Vorderseitenstrang (Tractus spinothalamicus) des Rückenmarks, in dem unter anderem die Schmerzfasern verlaufen, durchtrennt. 1939 berichten HYNDMAN und VAN EPPS (14) über sechs Chordotomien, die in Lokalanästhesie durchgeführt wurden.

Die longitudinale Myelotomie wurde 1951 bei schweren spastischen Zuständen von BISCHOF (3) durchgeführt. Drei Jahre später, 1954, erfolgte die erste extradurale Hinterwurzel durchtrennung durch SCOVILLE (41).

CLOWARD (5) entdeckte 1964 den ventralen Zugang der offenen Chordotomie, und ein Jahr später erprobten MULLAN et al. (25) die percutane Methode, mittels Radioisotopenseeds den Vorderseitenstrang auszuschalten. 1965 wurde vom gleichen Autor (26) sowie von ROSOMOFF

(34) eine Modifikation der percutanen Chordotomie durch Einführung der Elektrokoagulation erarbeitet. Die erfolgsversprechendsten Operationen bei chronischen Schmerzzuständen sind zweifellos diejenigen im Bereich des zweiten Neurons, die Vorderseitenstrangdurchtrennung im oberen Brustmark bei Th 2-4, im Cervicalmark bei C 1-2, in der Medulla oblongata und im Mesenzephalon. (38)

Die Chordotomie stellt jedoch keine echte Therapie im eigentlichen Sinn dar, sondern nur eine symptomatische Maßnahme, die ihren Sinn und ihre Berechtigung darin findet, eine Linderung unstillbarer, sinnloser Schmerzen bei einem unheilbar gewordenen Krankheitsbild zu bewirken.

Besonders indiziert ist dieser Eingriff in der Endphase metastasierender Tumore, da in einem so fortgeschrittenen Stadium oft Schmerzen auftreten, deren Ursache nicht mehr zu therapieren ist. (19)

In Mainz wird seit 1956 die offene und seit 1973 auch, mittlerweile überwiegend, die percutane Chordotomie durchgeführt.

Das Ziel der vorgelegten Arbeit ist eine Analyse der mit einer offenen oder percutanen Chordotomie behandelten Patientengruppe vor allem nach der zugrundeliegenden Primärerkrankung, weiter eine Beurteilung der Ergebnisse und Aufzeichnungen der Komplikationen und zuletzt ein Vergleich zwischen den beiden Methoden der offenen und percutanen Chordotomie.

2. Anatomische und physiologische Vorbemerkungen

Der Tractus spinothalamicus lateralis übermittelt die Empfindung für Schmerz und Temperatur. Die Rezeptoren für Schmerz-, Wärme- und Kälteempfindung in der Peripherie stellen den Beginn des ersten Neurons dar, das seine Zelle im Spinalganglion hat und über die Radix dorsalis in die Hintersäule zieht. Hier in der Substantia gelatinosa, beginnt das zweite Neuron, das sofort in die Commissura alba kreuzt und im Vorderseitenstrang bis zum Thalamus zieht, von dem das dritte Neuron durch die innere Kapsel zum Gyrus postcentralis verläuft. Die Schmerzfasern aus den Eingeweiden ziehen sowohl gekreuzt als auch ungekreuzt zum Thalamus und Hypothalamus. (49) Die Kreuzung der Fasern verläuft gewöhnlich über 2 - 3 Segmente. (4) Dies ist für den Effekt der Chordotomie von großer Bedeutung, denn häufig liegt die postoperative Analgesiegrenze 2 - 3 Segmente tiefer als erwartet. Die Lokalisation und Aufteilung der Schmerzfasern im Rückenmarkquerschnitt zeigt Abb. 1 auf der nächsten Seite.

Zu den Sinnesorganen für Schmerz gehören Nervenendigungen ohne Myelinscheiden, die in fast allen Körpergeweben vorhanden sind. Der Schmerzimpuls wird von zwei verschiedenen Fasersystemen zum ZNS geleitet: Den dünnen, myelinisierten A δ - Fasern und den noch dünneren nicht myelinisierten C - Fasern, die beide an Neuronen des Tractus spinothalamicus lateralis enden. Von diesem werden die Impulse zu den posterome-

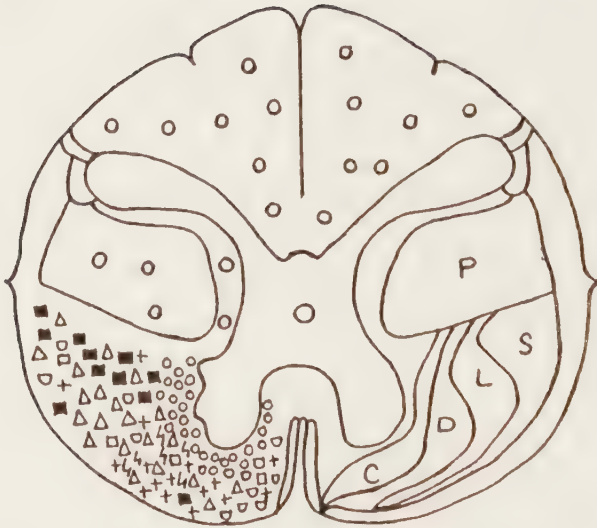


Abb. 1. Die topographische Aufteilung der Schmerzbahn von sacral über lumbal, thorakal bis cervical.

P = Pyramidenbahn nach PISCOL (31)

Δ = Schmerzfasern (Tr. spth.)

O = Schmerzfasern

■ = Temperaturfasern

+ = Berührungsfasern

∩ = Druckfasern

h = Atmungsfasern

dialen und posterolateralen Kernen des Thalamus geleitet und von hier zur Endstation, der hinteren Zentralwindung des Cortex. (10)

Der schnelle Schmerz wird über die A δ - Fasern geleitet und macht sich als eine gut lokalisierbare, helle und scharfe Empfindung bemerkbar, wogegen die C - Fasern den langsamen Schmerz - ein diffuses, bohrendes und unangenehmes Gefühl - übermitteln. Der Tiefenschmerz zum Beispiel ist schlecht lokalisierbar, mit Übelkeit, Schweißausbrüchen und Blutdruckschwankungen verbunden. (10)

Sämtliche Prozesse, die diese sensiblen Fasern irgendwo zwischen Peripherie und Zentrum reizen oder schädigen, können Schmerzen hervorrufen. (13)

Der Schmerz selbst wird im jeweiligen Organ, z.B. der Haut, - also im Bereich des ersten Neurons - lokalisiert und als schmerzhaft empfunden. Aus diesem Grund (15) stellt er für jede klinische Fachrichtung eine besondere Aufgabe dar.

3. Die offene Chordotomie

Im Dezember 1912 durchtrennten TIETZE und FOERSTER (8) bei einem Patienten mit schweren gastrischen Krisen und lanzinierenden Schmerzen im linken Bein den rechten Vorderseitenstrang im Bereich des oberen Brustmarks. FOERSTER erleichterte sich den Zugang dadurch, daß er das Rückenmark an einer vorderen Wurzel ein we-

nig um die Längsachse auf sich drehte und dann mit einer sehr feinen Messerspitze dicht vor dem Ligamentum denticulatum eindrang, wobei er seinen Schnitt nach vorn und medial führte. Der Operateur betonte, daß der Einstich mit dem Messer v o r dem Ligamentum erfolgen müsse, da sonst die Pyramidenbahn verletzt werden könne.

Ergebnis: Die Schmerzen waren schlagartig mit der Operation beseitigt. Außerdem war auf der linken Körperhälfte eine Analgesie bis zur Mamille festzustellen, bei erhaltener Berührungsempfindung. Die Blasenschwäche regenerierte sich schnell wieder.

3.1. Indikationen zur offenen Chordotomie

Bei denjenigen Patienten, die für eine Chordotomie in Frage kommen, handelt es sich hauptsächlich um solche mit einer malignen Grunderkrankung, wobei die Schmerzen durch den Primärtumor oder durch Metastasen verursacht werden. Die Schmerzen treten fast ausschließlich dann auf, wenn das Malignom infiltrierend weiterwächst oder in schmerzspezifische Strukturen metastasiert. Auch auf Grund einer Operation des Neoplasmas oder dessen Röntgenbestrahlung kann es zu Narbenbildungen und anderen nervenreizenden Zuständen kommen, die ebenfalls Schmerzen verursachen.

TURNBULL (47) berichtet 1959, daß die offene Chordotomie ursprünglich für die Beseitigung unbeeinflussbarer Schmerzen bei fortgeschrittenem Beckenkarzinom entwickelt wurde. Diese Schmerzen treten gewöhnlich dann auf, wenn weitere operative Eingriffe als hoff-

nungslos angesehen werden müssen. Der unerträgliche Schmerz wird zu einem eigenständigen Krankheitsbild. Jetzt muß entschieden werden, ob eine Durchtrennung des Vorderseitenstranges durchgeführt wird oder nicht.

Die Neoplasien, die am häufigsten Anlaß zu einer Chordotomie geben, sind diejenigen des weiblichen Genitaltraktes. PISCOL (31) gibt die Häufigkeit aus früheren Patientenkollektiven mit 25-60%, durchschnittlich 40% an. TURNBULL (47) untersuchte die Schmerzzustände von Patientinnen mit einem Genitalkarzinom. Er unterscheidet 9 Schmerzsyndrome beim Cervix-Ca:

1. Syndrom der schmerzhaften Hautflächen nach Bestrahlungen
2. Syndrom der Dysurie
3. Syndrom der Hydronephrose
4. Syndrom der unilateralen iliacalen Thrombophlebitis
5. Syndrom der Rektumalteration
6. Syndrom der Ulzerationen und Nekrosen um die Cervix
7. Syndrom der Rückenschmerzen und/oder des Ischias
8. Syndrom der Knochenmetastasen
9. Syndrom der Kompression des Plexus lumbosacralis

Nur das Letzte Syndrom, die Plexusalteration, stellt nach seiner Auffassung eine absolute Indikation für die Chordotomie dar, falls die Schmerzen genügend stark sind und der Kranke sich in einem ausreichenden Gesundheitszustand befindet.

Handelt es sich um Schmerzzustände, denen benigne Prozesse zugrunde liegen, wird die Indikation zur offenen Chordotomie mit größter Zurückhaltung gestellt.

WHITE und SWEET (50) weisen 1969 darauf hin, daß mehr

als die Hälfte (56 %) der sonst aussichtslosen Fälle von Neuralgien auf Dauer keinerlei Schmerzen mehr haben.

Folgende benigne Erkrankungen kommen nach genauem Abwägen eventuell noch für die offene Chordotomie in Frage: Stumpfschmerzen, Phantomschmerzen, die Kausalgie und sonstige periphere Nervenläsionen (31). SCHÜRMANN (38) betont jedoch, daß die Chordotomie beim Phantomschmerz nutzlos ist, weil dieser Schmerz primär auf einem abnormen psychischen Empfinden des Patienten beruht.

Bei manchen Patienten bestehen die Schmerzen schon seit Monaten oder sogar Jahren, und aus diesem Grunde ist in der Zwischenzeit häufig eine mehr oder weniger stark ausgeprägte psychische Fixierung eingetreten, das heißt, es ist zu befürchten, daß der Schmerz in seinem Wesen bestehen bleibt, selbst wenn die Chordotomie exakt durchgeführt werden würde. In solchen Fällen wäre es angebracht, den Patienten vor einem operativen Eingriff zuerst von stark wirksamen Analgetika zu entwöhnen und ihn danach psychiatrisch explorieren zu lassen. (31)

3.2. Technik der offenen Chordotomie

Die anterolaterale Chordotomie

Auf Grund der Tatsache, daß die Analgesiehöhe postoperativ nicht bestehen bleibt (31), sondern eine Tendenz zum Absinken hat, und daß der Tractus spinothalamicus segmental gegliedert ist, entschloß sich bereits FOERSTER (8) dazu, die Vorderseitenstrangdurchtrennung bei Schmerzzuständen in der unteren Körperhälfte in Höhe

der oberen Thorakalsegmente durchzuführen. Obwohl mehrere Autoren (9, 14, 45) verschiedene, zum Teil erheblich voneinander abweichende Schemata über die topische Gliederung des Tractus spinothalamicus entworfen hatten, einigte man sich im wesentlichen darauf, die Durchtrennung in einer bestimmten Höhe durchzuführen.

So beschrieben u. a. HYNDMANN und VAN EPPS (14) D2/D3 als die am besten kontrollierbare Höhe. Bei Schmerzzuständen in sehr tief gelegenen Körpersegmenten gaben sie D5/D6 als ebenso geeignet an, zumal ein Vorteil darin zu sehen sei, daß der Schnitt nicht zwischen den Schulterblättern läge.

Heute wird die Chordotomie grundsätzlich - auch bei kaudalen Schmerzen - in Höhe der ersten drei Thorakalwirbel durchgeführt. (31) Es ist jedoch immer auf die Schmerzlokalisation zu achten. SCHÜRMANN (38) legt vereinfachend dar: Handelt es sich um Schmerzen der unteren Rumpfhälfte, einschließlich der unteren Extremitäten, so wird sich der Operateur zu einer thorakalen, bei einer Lokalisation in der oberen Rumpfhälfte (Thorax und Organe, obere Extremitäten einschließlich Schultergürtel) zu einer cervicalen oder medullären Chordotomie entschließen. Je höher die Schmerzzursache liegt, um so höher muß die Chordotomie und um so tiefer der Einschnitt erfolgen. Bei einseitigem Eingriff (31) wird normalerweise nur ein Wirbelbogen entfernt - meist genügt eine erweiterte interlaminäre Fensterung oder eine Hemilaminektomie.

Dieses Vorgehen reicht jedoch nicht bei doppelseitiger Chordotomie aus. In diesem Fall müssen 1 - 2 Wirbelbögen entfernt werden, alternativ sind zwei interlaminäre Fenster zu setzen oder zwei Hemilamiektomien durchzuführen. Letztere müssen in jedem Fall um 1 - 2 Wirbelbögen gegenseitig versetzt werden; auf keinen Fall sollten doppelseitige Eingriffe auf gleichem Niveau ausgeführt werden, um einem Funktionsausfall bei starkem perifokalem Ödem oder Durchblutungsstörungen vorzubeugen. (31)

Die Höhendifferenz soll nach SCHWARTZ (39) 5 - 8 mm, nach HYNDMAN und VAN EPPS (14) 1,2 - 2,5 cm und nach MERREM (21) zwei Segmente betragen, um Querschnittsercheinungen nach stärkerem Ödem zu verhindern. PISCOL (31) erklärt, daß die in älteren Publikationen aufgeführten Einschnitte von 2 - 3 mm Tiefe und 3 - 4 mm Länge nur in den wenigsten Fällen genügen, um eine ausreichende Analgesie zu gewährleisten. Die Incisionstiefe sollte beim Erwachsenen mit durchschnittlich 11 - 13 mm Querdurchmesser des oberen Brustmarks 4 - 5 mm betragen.

Wie schon FOERSTER (8) betonte, muß unmittelbar vor dem Ligamentansatz eingeschnitten werden, dann geht man senkrecht in die Tiefe (31) und bis zur Vorderwurzel, besser noch 2 mm weiter ventromedial. Außer einer Rasierklingenecke bzw. einer Mikroskalpellklinge kann ebenso ein abgewinkeltes Chordotom oder ein feines Skalpell verwandt werden. Zum Schluß wird eine sorgfältige Blutstillung durchgeführt. Es folgt der Duraverschluß durch fortlaufende Naht, das

Einlegen einer Redon-Saug-Drainage, die Muskel-, Fascien-, Subcutan- und Hautnaht. (31)

Bei der cervicalen Chordotomie werden drei Methoden unterschieden:

1. Die klassische operative Freilegung von dorsal
2. Die Technik nach SCHWARTZ
3. Der ventrale Zugang nach CLOWARD

Zum ersten Punkt bemerkt PISCOL (31), daß in der Pionierzeit der Chordotomieära die Durchtrennung des Vorderseitenstranges in nahezu jedem Niveau vorgenommen wurde. Dies gilt sowohl für die thorakale als auch für die cervicale Chordotomie. Die hohe cervicale Methode bietet - so beschreiben es OGLE, LYLE, FRENCH und PEYTON (28) - folgende Vorteile: Relativ geringe technische Schwierigkeiten, ein hohes Analgesieniveau ohne Rest-Inseln mit Hypalgesie und eine relativ niedrige Mortalitätsrate bei der Operation.

Zunächst wurden nur Kranke mit Schmerzen im oberen Thorax, Plexus brachialis und der oberen Extremität behandelt. Nach einigen Jahren jedoch stellte sich heraus, daß die cervicale Chordotomie die Operation der Wahl für Patienten mit Schmerzen in Rumpf, Becken und den unteren Extremitäten ist. (28)

Die Operation wird ähnlich wie die thorakale Chordotomie ausgeführt. Bei der Incision ist zu berücksichtigen, daß die sacralen, lumbalen, thorakalen und cervicalen Segmente in der eben genannten Reihenfolge von dorsolateral nach ventromedial verlaufen. Ist eine lang anhaltende Analgesie möglichst weit oben erwünscht, so

muß der Vorderseitenstrang entsprechend tief durchtrennt werden. (31)

OGLE und Mitarbeiter (28) berichten, daß sie die Operation bei Patienten in einem guten physischen Zustand in aufrechter oder sitzender Haltung durchgeführt haben, sofern es sich um einen einseitigen Eingriff handelte. Was die Narkose anbetrifft, so wurden die besseren Ergebnisse mit einer Vollnarkose erzielt, die in 2/3 der Fälle vorgenommen wurde.

SCHWARTZ (40) führt aus, daß die hohe cervicale Chordotomie ursprünglich nur bei Schmerzzuständen in der oberen Körperhälfte angewandt wurde, dann aber auch - auf Grund technischer Einfachheit - bei Schmerzen im Becken oder der unteren Extremitäten der thorakalen Methode vorgezogen wurde.

CLOWARD (5) berichtet von einer neuen chirurgischen Methode, das Halsmark operativ zu erreichen; sie wurde 1956 entwickelt. In den ersten Jahren wurden auf diese Weise zahlreiche krankhafte Veränderungen, wie Bandscheibenverletzungen, Osteophyten, Dislokationen, Tumore und Wirbelinfektionen erfolgreich operiert. Es handelt sich hierbei um eine Methode, das Rückenmark - von ventral kommend - mittels einer Wirbelkörperbohrung anzugehen. 1960 dachte CLOWARD zum ersten Mal daran, diesen chirurgisch einfachen Eingriff zur Durchtrennung des Tractus spinothalamicus bei unstillbaren Schmerzen anzuwenden. Wenn es sich um Schmerzen im Rumpf, Becken oder in den unteren Extremitäten handelt, wird C4/5 als günstigste Höhe für die Chordotomieincision angesehen. Falls dabei Vorderhornzellen

verletzt oder zerstört werden, bleibt die Funktion von Unterarm, Hand oder Fingern unbeeinträchtigt. Außerdem ist in dieser Höhe der chirurgische Eingriff leichter durchführbar.

Ebenso hat HAMBY (12) das Segment C 4/5 als optimale Höhe für die Chordotomie angesehen. Bei Schmerzempfindungen in der oberen Extremität wird die ventrale Methode bei C 2/3 ausgeführt. (5)

Der große Vorteil ist bei dem ventralen Zugang darin zu sehen, daß der Operateur den anterolateralen Quadranten des Rückenmarks einsehen und dadurch exakt die Länge und Tiefe des Einschnittes kontrollieren kann. Das Ligamentum denticulatum wird im Gegensatz zur dorsalen Operationsmethode nicht abgetrennt. (5)

Falls der Patient postoperativ beschwerdefrei ist, kann er bereits am Tag nach der Operation aufstehen. In den meisten Fällen kann er auf Analgetika ganz verzichten. Der Patient kann dann am 3. - 5. postoperativen Tag das Krankenhaus verlassen. (5)

3.3 Eigene Patienten

An der Universitätsklinik in MAINZ wurde von 1956 bis 1976 an 63 Schmerzkranken eine offene Chordotomie durchgeführt (Abb. 2, S. 47). Darunter waren 36 (57,1 %) Frauen und 27 (42,9 %) Männer. Die Altersgruppen zeigt Tab. 1.

Grunderkrankungen:

Bei 45 Patienten (71,4 %) war eine maligne Erkrankung die Ursache für die unstillbaren Schmerzen. Die Grunderkrankungen sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 1. Altersverteilung der Patienten mit offener Chordotomie (n = 63)

10-19 Jahre	1 Patient (1,6 %)
20-29 Jahre	4 Patienten (6,3 %)
30-39 Jahre	6 Patienten (9,5 %)
40-49 Jahre	20 Patienten (31,7 %)
50-59 Jahre	20 Patienten (31,7 %)
60-69 Jahre	6 Patienten (9,5 %)
70-79 Jahre	5 Patienten (7,9 %)
80-89 Jahre	1 Patient (1,6 %)

Tabelle 2. Diagnosen bei 63 Chordotomie Patienten (n = 63)

Karzinome des weiblichen Genitaltraktes (n = 36)	21 Fälle (58,3 %)
Colonkarzinome	11 Fälle (17,5 %)
Phantomschmerzen	6 Fälle (9,5 %)
Querschnittssyndrome	5 Fälle (7,9 %)
Hypernephroide Karzinome	4 Fälle (6,3 %)
Blasenkarzinome	2 Fälle (3,2 %)
Prostatakarzinome	2 Fälle (3,2 %)
Multiple Sklerose	2 Fälle (3,2 %)
Mammakarzinom	1 Fall (1,6 %)
Plasmözytom	1 Fall (1,6 %)
Retroperitonealsarkom	1 Fall (1,6 %)
Os sacrum	1 Fall (1,6 %)
Knochenmetastase unbekannter Ätiologie	1 Fall (1,6 %)
Syringomyelie	1 Fall (1,6 %)
Schmerzkrampf	1 Fall (1,6 %)
Plexusabriß	1 Fall (1,6 %)
Beinkontraktur nach Apoplexie	1 Fall (1,6 %)
Tabes dorsalis	1 Fall (1,6 %)

Schmerzlokalisation:

Am häufigsten waren Schmerzen in den unteren Extremitäten zu verzeichnen. 50 Patienten (79,4 %) gaben an, daß ihre Schmerzen ein- oder auch beidseitig in die Beine, teilweise sogar bis in die Füße ausstrahlten. Die einzelnen Schmerzlokalisationen zeigt Tabelle 3.

Tabelle 3. Lokalisation der Schmerzen (n = 63)

Bein	50 Patienten (79,4 %)
Steißbein	16 Patienten (25,4 %)
Gesäß	13 Patienten (20,6 %)
Unterleib	3 Patienten (4,8 %)
Blase	3 Patienten (4,8 %)
Stamm	2 Patienten (3,2 %)
Rücken-Lendenbereich	2 Patienten (3,2 %)

Von diesen Kranken verspürten 21 (33,3 %) die Schmerzen deutlich beidseitig, bei 24 (38,1 %) waren sie hauptsächlich rechts und bei 18 (28,6 %) vorwiegend links vorhanden.

Präoperativ bestanden die Schmerzen unterschiedlich lange. Bei manchen Patienten dauerten sie ca. 4 Wochen, bei anderen bereits schon mehrere Jahre, in einzelnen Fällen sogar schon über 10 Jahre.

Tabelle 4 enthält eine genauere Analyse der Schmerzanamnese.

Tabelle 4. Dauer der Schmerzen präoperativ (n = 63)

bis zu 3 Monaten	7 Patienten (11,1 %)
zwischen 3 und 6 Monaten	14 Patienten (22,2 %)
zwischen 6 und 12 Monaten	13 Patienten (20,6 %)
zwischen 1 und 3 Jahren	9 Patienten (14,3 %)
zwischen 3 und 5 Jahren	2 Patienten (3,2 %)
zwischen 5 und 10 Jahren	4 Patienten (6,3 %)
länger als 10 Jahre	5 Patienten (7,9 %)

Bei 9 Schmerzkranken (14,3 %) war die präoperative Dauer der Schmerzen nicht zu ermitteln.

Medikamente

Die meisten Schmerzkranken nehmen im Verlauf ihres Leidens verschiedene Analgetika ein. Bei starken Schmerzen wird das Medikament häufig gewechselt. Die Verschiedenheit und der zeitlich rasche Wechsel der Pharmaka machen es verständlich, daß keine genaueren Zahlenangaben über Anwendungsdauer und Häufigkeit gemacht werden können. Immerhin können aus der Gesamtübersicht der Krankenblätter der Häufigkeit nach doch folgende Medikamente genannt werden:

An erster Stelle sind hier die Opiate zu nennen, worunter auch solche Pharmaka zu verstehen sind, die in ihrer Wirkungsweise dem Hauptalkaloid des Opiums, dem Morphin nahe stehen (16). Hydromorphon (Dilaudid^R) und Oxycodon (Eukodal^R) wurden als direkte Morphinderivate, Pethidin (Dolantin^R), Methadon (Polamidon^R) und Pentazocin (Fortral^R) als synthetische Opiate am häufigsten verordnet. Sinnvollerweise selten verordnet wurden aus dieser

Gruppe Dextromoramid (Jetrium^R, Palfium^R), ein stark Sucht erzeugendes, und Dextropropoxiphen (Develin^R, Erantin^R), ein schwach analgetisch wirksames synthetisches Opiat, das jedoch kaum zur Abhängigkeit führt.

Am zweithäufigsten wurden Arzneimittel aus der Psychopharmaka-Reihe verschrieben. Am meisten wurden Neuroleptika, wie Chlorpromazin (Megaphen^R), Promethazin (Atosil^R), Haloperidol (Haloperidol Janssen^R) und Triflupromazin (Psyquil^R) verabreicht. Sehr oft verordnete man auch Tranquillantien, wie Diazepam (Valium^R) und das Kombinationspräparat Amitriptylin/Chlordiazepoxid (Limbatriil^R), in einzelnen Fällen auch das Antiepileptikum Carbamazepin (Tegretal^R).

Als nächstes sind Analgetika in Kombination mit Hypnotika zu nennen, wie z.B. Acetylsalicylsäure/Phenacetin/Codein/Coffein/Phenobarbital (Dolviran^R), oder auch reine Hypnotika, wie Phenobarbital (Luminal^R) und Hep-
tabarbitol (Medomin^R), seltener Analgetika, wie Novaminsulfon (Novalgin^R).

Bei Schmerzen der inneren Hohlorgane wurden Versuche mit Spasmolytika vom parasymphatholytischen Typ, wie Butylscopolamin (Buscopan^R) und Atropin unternommen. Vereinzelt verordnete man Vitamin B - Präparate (Neurogrisevit^R, Neurobion^R) und Aescin (Reparil^R).

Suchtproblem

Zunächst soll geklärt werden, ab welchem Zeitpunkt überhaupt von einer Sucht gesprochen werden kann. Auf Vorschlag der WHO hin ist dieser Begriff durch die Termini physische und psychische Abhängigkeit differen-

ziert worden. (11)

LANGEN (17) spricht bei der Medikamenten- und Drogenabhängigkeit von einer psychischen Abhängigkeit (= Gewohnheitsbildung) und von einer physischen Abhängigkeit (= Sucht).

Nach KUSCHINSKI (16) ist die psychische Abhängigkeit (Gewohnheitsbildung) durch ein Verlangen nach dem Pharmakon, Fehlen eines Entziehungssyndroms und kaum oder keine Neigung zur Dosissteigerung, - die körperliche Abhängigkeit hingegen durch einen Zwang, das Pharmakon einzunehmen, Neigung zur Dosissteigerung und Auftreten von Entziehungssymptomen gekennzeichnet.

PETERS (29) definiert die Sucht folgendermaßen: "Körperliche und psychische Abhängigkeit von Drogen, wobei sowohl die körperliche als auch die psychische Abhängigkeit überwiegen kann". Außerdem weist er darauf hin, daß nicht mit Sicherheit zwischen Sucht und Gewöhnung getrennt werden kann.

Bei den Patienten, die bei uns behandelt wurden, war es sehr schwer zu beurteilen, ob die inzwischen durch die Einnahme von Opiaten erworbene Abhängigkeit nur psychisch und/oder physisch bedingt war. Letzteres traf mit Sicherheit für 7 Schmerzkranken zu (11,1 %), bei 2 war es zur Gewohnheitsbildung gekommen (3,2 %), 15 Patienten waren nicht süchtig (23,8 %), und bei 40 Leidenden (63,5 %) konnte dies nicht ermittelt werden.

Allgemeinzustand

Für die Operation und die postoperative Phase ist der körperliche Zustand des Kranken von wesentlicher Bedeu-

tung. Zum Zeitpunkt der Operation befanden sich 28 Patienten (44,4 %) in einem guten, 23 (36,5 %) in einem reduzierten und 10 (15,9 %) in einem schlechten Allgemeinzustand. Bei 2 (3,2 %) fanden sich keine Angaben.

Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit

Sie gibt dem Arzt oft den Hinweis auf einen malignen Prozeß, wenn dieser selbst noch klinisch stumm ist. Die BSG betrug bei 17 Patienten (27 %) bis 15 mm n.W., bei 23 (36,5 %) zwischen 16 und 50 mm n.W., und bei 23 Kranken (36,5 %) war sie auf Werte zwischen 51 und 140 mm n.W. in der ersten Stunde angestiegen.

Präoperative Therapieversuche

Bei 42 Kranken (66,7 %) ließ sich eine Vorbehandlung in Form von Medikamenten ermitteln, bei 11 Patienten (17,5 %) wurde bereits schon einmal eine andere schmerzlindernde Operation versucht, und bei 10 Schmerzkranken (15,9 %) waren Bestrahlungen vorausgegangen. Die Schmerzleidenden wurden, wie Tabelle 5 zeigt, von den verschiedensten medizinischen Fachrichtungen in unsere Neurochirurgie überwiesen.

Tabelle 5. Einweisende Ärzte

(n = 63)

praktischer Arzt	20 Patienten (31,7 %)
Frauenarzt	16 Patienten (25,4 %)
Internist	12 Patienten (19,0 %)
Neurologe	8 Patienten (12,7 %)
Chirurg	5 Patienten (7,9 %)
Orthopäde	2 Patienten (3,2 %)

4. Die percutane Chordotomie

Nach jahrzehntelanger Erfahrung mit der offenen Chordotomie wurde 1963 durch MULLAN (25) mit der Einführung des percutanen Weges zum Rückenmark ein neuer Impuls gesetzt. Hierbei war es erstmals möglich, bei geschlossenem Spinalkanal, d.h. ohne blutigen operativen Eingriff, ein Ausschalten der Schmerzbahn durch radioaktive Strahlung zu erreichen.

Diese Methode wurde recht bald zu Gunsten der Elektrokoagulation mittels einer Spezialnadel verlassen. Dabei muß der Wachzustand des Patienten so weit erhalten bleiben, daß jederzeit eine zuverlässige Prüfung des Analgesieniveaus möglich ist. Neben einer Vereinfachung und geringeren Belastung hatte die neue Technik eine deutliche Erweiterung der Indikationen zur Folge, da jetzt Patienten chordotomiert werden konnten, bei denen man zuvor einen operativen Eingriff wegen zu grosser Operations- und Narkosebelastung nicht mehr gewagt hätte.

Aus diesem Grunde kam es sehr schnell zu einer weiten Verbreitung der percutanen Chordotomie, wie zahlreiche Publikationen zeigen: MULLAN (25, 26, 27), ROSOMOFF (34, 35, 36), MATTMANN (20), LIN und Mitarbeiter (18), TAREN (45), MÜKE (22, 24), LORENZ (19), TYTUŞ (48), TASKER und ORGAN (46), BETTAG, WANDT und ROOSEN (2), ENTZIAN und LINKE (6), MÜKE und CORREIA (24) und ROBERT (32).

Auch von Seiten des Schmerzkranken besteht bei dieser Methode eine größere Bereitschaft zur Operation und Mitarbeit während des Eingriffs als bei der offenen

Chordotomie, weil die percutane vom Patienten nicht so sehr als "Operation" angesehen wird. Der Neurochirurg sieht dabei folgende Vorteile:

Für ihn entfällt ein aufwendiger operativer Eingriff mit Narkose und größeren Gewebsdurchtrennungen, so daß eine Wundheilung nicht erst abgewartet werden muß und der Kranke schon nach wenigen Tagen die Spezialklinik verlassen kann.

4.1. Indikationen zur percutanen Chordotomie

Im Prinzip kommt die percutane Methode für die gleiche Patientengruppe wie bei der offenen Chordotomie in Frage (vgl. 3.1.). Erstere stellt eine ausgezeichnete Operationsmethode (27) bei einseitigen Schmerzen Krebskranke dar, z.B. Plexus brachialis Infiltrationen, Thorax-, Becken- und Extremitäten-Ca.

Es ist hierbei daran zu denken, daß der Thorax-Ca-Patient zu den Atemrisikopatienten gehört. Bei der Lokalisation eines Tumors im Lungenbereich erhöht sich das Risiko einer Atemstörung noch mehr, da zu der peripheren Perfusionsstörung noch die Möglichkeit einer Beeinträchtigung des Atemzentrums kommt. LIN und Mitarbeiter (18) haben aus diesem Grunde eine tiefcervicale percutane Methode entwickelt, um Atemstörungen zu vermeiden. Die Ausschaltung des Vorderseitenstranges muß dabei unterhalb von C 4/5 erfolgen.

Bei den benignen Grundleiden ist daran zu denken, daß die ursprünglichen Schmerzen und Sensationen auch noch zu einem sehr späten Zeitpunkt wieder auftreten können und deswegen die Indikation mit größter Sorgfalt zu

stellen ist. Viele Neurochirurgen scheuen sich aus diesem Grund (42), die percutane Chordotomie an Patienten mit Schmerzen, die durch ein benignes Leiden verursacht werden, durchzuführen.

Es kann insofern von einer "erweiterten Indikation" gesprochen werden, da diese Methode auch bei Patienten mit einem relativ schlechten Allgemeinzustand angewandt werden kann, weil der Eingriff weitaus weniger belastend ist als bei der offenen Methode. Trotz aller Erleichterungen und Belastungsverringerung sind die Risiken ähnlich wie bei der offenen Chordotomie: Es kann zu Blasen- und Mastdarmstörungen (vor allem bei doppelseitigen Eingriffen) und ipsilateralen Paresen kommen. Besondere Probleme treten auf Grund der anatomischen Höhe (oberes Cervicalmark) auf, da in diesem Bereich die unteren Ausläufer der Formatio reticularis und des Atemzentrums verlaufen. Es kann dadurch - insbesondere bei doppelseitigen Eingriffen - zu Störungen der Atemregulation kommen. Das hat u.U. einen typischen Ausfall der automatischen Atmungssteuerung zur Folge. ROSOMOFF (36) berichtet, daß die Patienten beim Einschlafen aufhören zu atmen.

4.2. Technik der percutanen Chordotomie

Die laterale percutane Technik

Das Vorgehen entspricht im wesentlichen der 1965 erstmals von ROSOMOFF (34) angegebenen Methode. Die Prämedikation wird in herkömmlicher Weise durchgeführt (31), und zusätzlich können - falls nötig - bei Bedarf Kurz-
narkotika intravenös verabreicht werden, jedoch nur so

viel, daß noch eine zuverlässige Analgesieprüfung möglich ist.

Für den Eingriff werden benötigt:

Eine spezielle Kopfhalterung, durch die die Halswirbelsäule und damit das Ligamentum denticulatum horizontal zu liegen kommt, ein Nervenstimulator, ein Läsinskoagulator, eine indifferente Elektrode (Hautelektrode), eine Lumbalpunktionskanüle, eine teflonbeschichtete Stahlelektrode und eine Röntgenapparatur, mit der es möglich ist, in zwei Ebenen zu röntgen. Vor der Operation sollte man sich genügend Zeit lassen, um dem Schmerzkranken alles genau zu erklären. (31)

Die Punktionskanüle wird ca. 1 cm unterhalb und hinter der Mastoidspitze eingeführt. Dieser Punkt richtet sich jeweils nach den individuellen anatomischen Gegebenheiten und ist daher von Patient zu Patient verschieden. (27)

Zuvor erfolgt die Lokalanästhesie mit 1%iger Procainlösung. Das Vordringen der Nadel wird röntgenologisch verfolgt. Die Dura ist merklich fester als Muskelgewebe; man sollte beim Erreichen derselben 1 ml Procainlösung spritzen und dem Patienten mitteilen, daß er gleich beim Durchstoßen der Dura einen leichten Schmerz verspüren wird. Liegt die Nadel nun im Subarachnoidalraum, so fließt spontan Liquor ab; falls er angesaugt werden muß, liegt die Nadel entweder teilweise im Subduralraum oder teilweise in der Pia mater. Wenn die Nadel exakt sitzt, werden 2 ml Liquor entnommen, mit 2 ml Pantopaque und 1 ml Luft gemischt und von dieser Emulsion 0,5 ml injiziert, um das Ligamentum denticulatum darzustellen. (27)

Nach nochmaliger Kontrolle der Punktionskanüle wird nun die Elektrode eingesetzt und so weit vorgeschoben, bis sie das Rückenmark berührt. Die Spitze der Elektrode sollte auf keinen Fall zu scharf sein, da sie sonst in das Mark eindringen kann, ohne daß es der Operateur bemerkt; normalerweise verspürt der Kranke dabei einen leichten Schmerz. (27)

Falls nur eine Analgesie im Bein gefordert wird, muß die Einstichtiefe nicht mehr als 3 mm betragen, bei einer Armanalgesie 3 oder 4 mm. (27)

Befindet sich die Elektrode voraussichtlich am richtigen Ort, so wird ein Stromstoß mit einer Frequenz von 75/sec 2 ms lang verabreicht. Ist sie tatsächlich an der richtigen Stelle lokalisiert, so gibt der Patient ein Prickeln, Erstarren, Kälte- oder seltener ein Wärmegefühl in der betreffenden Körperregion an. (27)

Werden mehr als 0,25 Volt benötigt, so liegt die Elektrode mit Sicherheit nicht richtig. Bei bilateral auftretenden Sensationen - vor allem in den Händen - sitzt die Elektrode zu weit vorne, bei ipsilateralem Nackenzucken liegt die Spitze im Vorderhorn und bei gleichseitigen Körperzuckungen zu tief und zu weit hinten. (27)

Die Läsion selbst wird mit 30 mA 30 sec lang ausgeführt. Die beiden einzigen technischen Probleme sind: Eine fehlerhafte Procaininjektion in die A. vertebralis oder in den Subarachnoidalraum, was zur Bewußtlosigkeit und Atemlähmung führen kann. (27)

Man kann mit Hilfe von 3 Verfahrenstechniken eine Bestätigung dafür erhalten, ob sich die Nadelspitze exakt im Tractus spinothalamicus befindet (45):

1. durch elektrische Stimulation
2. durch Ausdehnung der Läsion mit klinischer Kontrolle
3. durch Impedanzmessung

Letzteres ist dadurch gegeben, daß die verschiedenen Anteile des Zentralen Nervensystems und seiner unmittelbaren Umgebung unterschiedliche Beschaffenheit aufweisen und dadurch auch verschiedene Widerstände bieten; einige Bahnen sind stark myelinisiert, während andere Neurone keine Myelinscheiden aufweisen. Deshalb wird der jeweilige Widerstand für den Stromfluß zwischen der Elektrodenspitze und der indifferenten Elektrode gemessen, die sich im kontralateralen M. deltoideus befindet. Liegt die Elektrode frei im Liquor, so beträgt der Widerstand durchschnittlich 190 Ohm, bei Kontakt mit der Pia mater 290 Ohm und bei intramedullärer Lage 600 Ohm.

Verwendet man dagegen das OWL-Chordotomie-Instrument (46), so liegen die Meßwerte bei 330 - 550 Ohm für den Liquor, bei 550 - 1000 Ohm, wenn sich die Elektrode teilweise, bei mehr als 1000 Ohm, wenn sie sich vollständig im Rückenmark befindet.

Treten bei den Patienten in den Armen Zuckungen auf, so liegt die Elektrode unmittelbar in der Nähe des Vorderhorns oder der Pyramidenbahn. Wird letztere direkt stimuliert, so äußert sich das in Zuckungen der Beinmuskulatur, wonach das Gerät sofort ausgeschaltet und die Lage der Elektrode erneut überprüft werden muß. Bei Reizungen mit höherfrequenten Strömen treten meist Wärme- und Brennsensationen auf, in manchen Fällen auch kontralaterale Kälte- und Mißempfindungen. (31)

4.3. Eigene Patienten

An der neurochirurgischen Klinik in MAINZ wurden von 1974 bis 1976 zwanzig percutane Chordotomien ausgeführt. (Abb. 2) Es handelte sich dabei um 11 Männer (55 %) und 9 Frauen (45 %). Die Altersverteilung zeigt Tabelle 6.

Tabelle 6. Altersverteilung der Patienten mit percutaner Chordotomie (n = 20)

30 - 39 Jahre	1 Patient	(5 %)
40 - 49 Jahre	3 Patienten	(15 %)
50 - 59 Jahre	7 Patienten	(35 %)
60 - 69 Jahre	8 Patienten	(40 %)
70 - 79 Jahre	1 Patient	(5 %)

Grunderkrankungen

Bei 17 Patienten (85 %) war eine maligne Grunderkrankung die Ursache der unstillbaren Schmerzen. Tabelle 7 zeigt, wie sich die Krankheiten im einzelnen verteilten.

Schmerzlokalisation

14 der Kranken (70%) gaben präoperativ Schmerzen in den Beinen an, die überwiegend einseitig, in einigen Fällen jedoch auch beidseitig lokalisiert waren. Die Schmerzen waren vor allem im Oberschenkel, seltener im Unterschenkel, vereinzelt in den Füßen oder in der gesamten unteren Extremität vorhanden. Tabelle 8 gibt einen Überblick über die Schmerzlokalisationen.

Tabelle 7. Diagnose bei 20 Patienten mit percutaner Chordotomie

Colonkarzinome	6 Fälle (30 %)
Karzinome des weiblichen Genitaltraktes	3 Fälle (15 %)
Prostatakarzinome	2 Fälle (10 %)
Blasenkarzinome	2 Fälle (10 %)
Nierenbeckenkarzinom	1 Fall (5 %)
Bronchialkarzinom	1 Fall (5 %)
Hypernephroides Karzinom	1 Fall (5 %)
Melanosarkom	1 Fall (5 %)
Herpes zoster	1 Fall (5 %)
Meningeom	1 Fall (5 %)
Neurinom/ Querschnittsyndrom	1 Fall (5 %)

Tabelle 8. Lokalisation der Schmerzen bei 20 Patienten mit percutaner Chordotomie

Beinschmerzen	14 Patienten (70 %)
Beckenschmerzen	10 Patienten (50 %)
Unterleibsschmerzen	5 Patienten (25 %)
Gesäßschmerzen	3 Patienten (15 %)
Stammschmerzen	2 Patienten (10 %)
Steißbeinschmerzen	1 Patient (5 %)
Lendenschmerzen	1 Patient (5 %)

Seitenlokalisation:

Von den Schmerzpatienten hatten 8 Kranke (40 %) einseitig links Beschwerden, 5 Patienten (25 %) verspürten hauptsächlich rechts Schmerzen, und bei 7 Kranken (35 %) waren die Symptome deutlich beidseitig ausgeprägt, wobei oft eine Seite stärker betroffen war als die andere.

Die präoperativ bestehenden Schmerzen dauerten von 2 Monaten bis zu 5 Jahren. Am häufigsten waren sie zwischen 4 und 12 Monaten vorhanden, wie Tabelle 9 zeigt.

Tabelle 9. Dauer der Schmerzen präoperativ bei 20 Patienten mit percutaner Chordotomie

bis zu 3 Monaten	3 Patienten (15 %)
zwischen 3 und 6 Monaten	5 Patienten (25 %)
zwischen 6 und 12 Monaten	6 Patienten (30 %)
zwischen 1 und 3 Jahren	5 Patienten (25 %)
5 Jahre	1 Patient (5 %)

Medikamente

Hierbei wurden - ähnlich wie bei der offenen Chordotomie - Medikamente aus verschiedenen pharmakologischen Gruppen verordnet. Die Opiate waren auch hier quantitativ am stärksten vertreten, wobei Tilidin (Valoron^R) und Pentazocin (Fortral^R) am häufigsten gegeben wurden. Beide Medikamente sollen, verglichen mit anderen Opioiden, bei gleicher analgetischer Wirksamkeit eine geringere atemdepressive Wirkung haben. Relativ häufig wurden Hydromorphon (Dilaudid^R), Pethidin (Dolantin^R),

Ketobemidon (Cliradon^R) und Methadon (Polamidon^R) aus der Betäubungsmittelreihe verschrieben. Von den Psychopharmaka wurden in einzelnen Fällen aus der Reihe der Antidepressiva Thioridazin (Melleril^R), von den Neuroleptika Chlorpromazin (Megaphen^R) und Levopromazin (Neurocil^R) und aus der Tranquilizer-Reihe Diazepam (Valium^R), Oxazepam (Adumbran^R) und das Kombinationspräparat Amitriptylin/Chlordiazepoxid (Limbatriil^R) verschrieben. Vereinzelt wurden das Kombinationsanalgetikum Dolviran^R, Vitamin B₁₂ Präparate sowie das Lokalanästhetikum Procain/Coffein (Impletol^R) verabreicht.

Suchtproblem

Ein Patient, der bereits über mehrere Monate Opiate einnahm, war süchtig, bei einem anderen war die klinische Symptomatik noch nicht in für die Sucht typische Weise ausgeprägt, und 18 der Schmerzkranken waren mit Sicherheit nicht süchtig.

Allgemeinzustand

Für die percutane Methode spielt der körperliche Zustand des Patienten bei weitem nicht die Rolle wie bei der offenen Chordotomie, so daß mit der neueren Technik auch Kranke mit einem schlechteren Allgemeinzustand operiert werden können. 8 Patienten (40 %) kamen in gutem, 10 (50 %) in reduziertem und 2 (10 %) in schlechtem Allgemeinzustand in die hiesige Klinik.

Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit

Sie betrug bei 6 Patienten (30 %) bis 15 mm n.W., bei ebenfalls 6 (30 %) zwischen 16 und 50 mm n.W. und bei 8 Kranken (40 %) zwischen 51 und 140 mm n.W. in der er-

sten Stunde.

Präoperative Therapieversuche

Alle Patienten wurden bereits vor der Operation auf irgendeine Weise schmerzstillend behandelt, bei manchen Kranken waren schon mehrere Versuche auf verschiedenen Gebieten unternommen worden.

Eine medikamentöse Therapie erfolgte bei 15 Patienten (75 %), eine Bestrahlung bei 4 (20 %), eine Operation bei 3 (15 %), und bei einem Patienten war eine Akupunktur vorausgegangen.

Die Fachgebiete der zuweisenden Ärzte sind in Tabelle 10 aufgeführt.

Tabelle 10. Einweisende Ärzte bei 20 Patienten mit percutaner Chordotomie

praktischer Arzt	7 Patienten (35 %)
Internist	3 Patienten (15 %)
Chirurg	3 Patienten (15 %)
Gynäkologe	3 Patienten (15 %)
Neurologe	2 Patienten (10 %)
Orthopäde	1 Patient (5 %)
Schmerzambulanz	1 Patient (5 %)

5. Ergebnisse der offenen und percutanen Chordotomie

Chordotomiehöhe und Seitenlokalisation

Eine o f f e n e bilaterale Chordotomie wurde in 36 von insgesamt 63 Fällen (57,2 %) durchgeführt, wobei die Incisionshöhe wie folgt lokalisiert war:

N. XI/C 1	1 Patient	(1,6 %)
C 1/2	1 Patient	(1,6 %)
D 2/3	7 Patienten	(11,1 %)
D 3/4	26 Patienten	(41,3 %)
D 4/5	1 Patient	(1,6 %)

Diese Angaben beziehen sich jeweils auf nur eine Seite und zwar auf diejenige, auf der die Schmerzen subjektiv intensiver angegeben wurden. Auf der Gegenseite wurde die Durchtrennung des Vorderseitenstranges 2 Segmente tiefer vorgenommen. (vgl. 3.2. Technik der offenen Chordotomie)

Eine einseitige Chordotomie wurde bei 27 Patienten (42,9 %) vorgenommen, davon 13 rechtsseitig und 14 auf der linken Seite in Höhe von:

C 1/2	1 Patient	(1,6 %)
D 1/2	1 Patient	(1,6 %)
D 2/3	3 Patienten	(4,8 %)
D 3/4	21 Patienten	(33,3 %)
D 4/5	1 Patient	(1,6 %)

Insgesamt wurden also 3 hochcervicale und 60 thorakale offene Chordotomien an 63 Patienten durchgeführt. Bei denjenigen Patienten, die mehr medial gelegene Schmerzen, Beckenschmerzen oder - vorwiegend auf einer

Seite, jedoch auch auf der Gegenseite - leichte Schmerz-sensationen verspürten, wurde eine bilaterale Chordotomie durchgeführt.

Im Gegensatz hierzu wurde bei der p e r c u t a n e n Chordotomie nur in 3 von insgesamt 19 Fällen (15,8 %) ein bilateraler Eingriff vorgenommen.

Bei 16 Patienten (84,2 %) wurde der Tractus spinothalamicus einseitig percutan durchtrennt, davon 9 rechtsseitig und 7 linksseitig.

Ursprünglich handelte es sich um 20 Patienten, bei denen die percutane Methode ausgeführt werden sollte. Bei einem Patienten mußte der Eingriff jedoch vorzeitig abgebrochen werden, da eine Hypoventilationstetanie mit Zittern und Weinen auftrat, so daß sich die Prozentangaben auf 19 Patienten beziehen. Bei jenem Patienten wurde später eine offene bilaterale Chordotomie vorgenommen.

Operationsdauer

Für die o f f e n e n Eingriffe (sowohl ein- als auch doppelseitige) wurden Zeiten zwischen 50 und 240 Minuten benötigt. Im einzelnen gliedert sich dies folgendermaßen auf:

50 - 90 min	39 Patienten (61,9 %)
90 - 130 min	18 Patienten (28,6 %)
130 - 170 min	3 Patienten (4,8 %)

In einem Fall (hochcervical C 1/2) dauerte eine bilaterale Chordotomie 240 min. Bei 2 Patienten waren keine Angaben vorhanden.

Für die einseitige Chordotomie können 80 min, für die

bilaterale 100 min als Durchschnittswerte angegeben werden.

Auch in diesem Punkt unterscheidet sich die o f f e -
n e deutlich von der p e r c u t a n e n Methode,
bei der die Operationszeiten zwischen 20 und 105 min
lagen:

20 - 40 min	3 Patienten (15,8 %)
40 - 60 min	6 Patienten (31,6 %)
60 - 80 min	5 Patienten (26,3 %)
80 - 105 min	2 Patienten (10,5 %)

Der Mittelwert liegt somit bei 55 Minuten. Bei einem
Kranken mußte der Eingriff, wie bereits erwähnt, vor-
zeitig abgebrochen werden, und bei 3 Patienten war die
Operationsdauer nicht zu ermitteln.

Die 3 bilateralen Eingriffe wurden in zwei Sitzungen
in einem Abstand von ca. 2 Wochen vorgenommen. MÜKE (23)
empfiehlt, zwischen den beiden Eingriffen sogar 3 Wo-
chen Zeit vergehen zu lassen, um die Atmungskomplikatio-
nen durch ein eventuell auftretendes Marködem möglichst
gering zu halten.

Operationserfolg

Nach der o f f e n e n Chordotomie boten die Kranken
noch folgende Symptomatik:

schmerzfrei	37 Patienten (58,7 %)
gebessert	19 Patienten (30,2 %)
keine Veränderung	2 Patienten (3,2 %)
verschlechtert	1 Patient (1,6 %)
nicht zu ermitteln	4 Patienten (6,3 %)

Bei 31 Kranken hielt die Schmerzfreiheit leider nicht für immer an; die Zeitspannen bis zum Rezidiv lagen bei:

weniger als 30 Tagen	12 Patienten (19,0%)
zwischen 1 und 4 Monaten	6 Patienten (9,5%)
1 Jahr	1 Patient (1,6%)
Zeitpunkt nicht zu ermitteln	12 Patienten (19,0%)

Ein zweiter Eingriff wurde bei 6 Schmerzkranken (9,5 %) vorgenommen, von denen 3 endgültig schmerzfrei wurden und die restlichen 3 bleibende Schmerzen in Blase (1 Patient), Steißbein (1 Patient) und homolateralem Bein verspürten.

Schließt man nun die Ergebnisse der *p e r c u t a n e n* Chordotomie hier an, so ergibt sich folgendes:

schmerzfrei	11 Patienten (57,9 %)
gebessert	6 Patienten (31,6 %)
unverändert	2 Patienten (10,5 %)

Schmerzrezidive traten in 4 Fällen (21 %) auf. Die Zeitspanne bis dahin betrug:

3 Tage	1 Patient (5,3 %)
8 Tage	1 Patient (5,3 %)
nicht zu ermitteln	2 Patienten (10,5 %)

Eine Wiederholung wurde bei einem Kranken nach 4 Wochen durchgeführt, wonach dieser endgültig schmerzfrei war.

Ein Vergleich der Ergebnisse offener und percutaner Chordotomie ist in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11. Ergebnisse der offenen und percutanen Chordotomie

	Offene Chordotomie		Percutane Chordotomie	
	unilateral	bilateral	unilateral	bilateral
schmerzfrei	19 (30,2 %)	18 (28,6 %)	11 (57,9 %)	0
gebessert	6 (9,5 %)	13 (20,6 %)	3 (15,8 %)	3 (15,8 %)
unverändert	1 (1,6 %)	1 (1,6 %)	2 (10,5 %)	0
verschlechtert	1 (1,6 %)	0	0	0
keine Angaben	0	4 (6,3 %)	0	0

Eine Übersicht der Ergebnisse offener und percutaner Chordotomie im Vergleich mit anderen Autoren geben die Tabellen 12 und 13 (S. 42 ff.).

5.1. Komplikationen

Die meisten kranken mit einem malignen Grundleiden, von denen nicht wenige Selbstmordgedanken, manche sogar schon einen Selbstmordversuch unternommen haben, setzen ihre letzte Hoffnung in den erfolgreichen Eingriff einer Chordotomie, einem sozusagen chirurgischen Analgetikum. (1)

An der Universitätsklinik MAINZ traten nach o f f e - n e r Chordotomie in der Mehrzahl der Fälle Komplikationen auf, die bei den meisten Patienten nur kurze Zeit anhielten. Irreversible Komplikationen waren in 6 Fällen (9,5 %) zu verzeichnen. Es handelte sich im einzelnen um: Blasenentleerungsstörungen, Paresen, Mastdarmstörungen und Atmungsinsuffizienzen. Eine Übersicht zeigt Tabelle 14 (S. 46)

Nach der p e r c u t a n e n Chordotomie stellten sich bei 4 Patienten (21 %) Komplikationen ein, die bei 2 Patienten (10,5 %) irreversibel waren, wie aus Tabelle 15 (S. 46) zu ersehen ist. In keinem Fall sind Mastdarm- oder Atemstörungen aufgetreten. Bemerkenswert ist, daß Blasenstörungen und Paresen bei den gleichen Patienten auftraten.

5.2. Letalität

Bei diesem Punkt muß zwischen einer unmittelbaren Operationsletalität, d.h. während oder in den ersten bei-

den Tagen nach der Operation und einer erweiterten Letalität unterschieden werden, die die ersten beiden postoperativen Wochen miteinbezieht.

An unserer Klinik verstarben im Rahmen der o f f e -
n e n Chordotomie:

zwischen 2. und 12 Tag	4 Patienten (6,3 %)
zwischen 1. und 4. Monat	4 Patienten (6,3 %)
zwischen 5. Mon. und 3. Jahr	6 Patienten (9,5 %)
am Tag der Operation	1 Patient (1,6 %)

Somit beträgt die unmittelbare Operationsletalität 1,6 %, die erweiterte 7,9 %.

Todesursachen:

Bei dem Patienten, der am Tag der Operation verstarb, war ein akutes Herzversagen eingetreten, dessen Ursache jedoch nicht mehr geklärt werden konnte, da die Angehörigen des Patienten eine Obduktion verweigerten.

Bei den Kranken, die zwischen dem 2. und 12. postoperativen Tag verstarben, handelte es sich in einem Fall um eine akute Kreislaufinsuffizienz nach einseitiger thorakaler Chordotomie am 2. Tag nach der Operation, in dem anderen Fall um eine ähnliche Kreislaufdepression, die nach bilateraler thorakaler Chordotomie am 10. postoperativen Tag eintrat.

Der 3. Patient verstarb nach bilateraler hochcervicaler Chordotomie und Atemstillstand an einer akuten Kreislaufinsuffizienz, bei der die Grunderkrankung (Syringomyelie) die größte Rolle gespielt haben dürfte, am 11. Tag nach dem Eingriff.

Bei dem 4. Schmerzkranken war nach einer Woche eine

progressive Kreislaufdepression eingetreten, die medikamentös nicht mehr zu bewältigen war. Bei der Sektion fanden sich multiple Metastasen eines Nierenkarzinoms, eine Beinvenenthrombose mit rezidivierenden Lungenembolien, außerdem mehrere Milz- und Niereninfarkte.

Diejenigen Patienten, die nach einem Monat und später verstarben, erlagen meist den Folgen einer malignen Grunderkrankung, wie z.B. dem Weiterwachsen eines Karzinoms mit Infiltration in lebenswichtige Organe, wie Nieren, oder Metastasierung in Lunge, Gehirn oder Leber.

Während oder am Tage nach der percutanen Chordotomie ist keiner der Patienten verstorben, so daß die unmittelbare Operationsletalität 0 % beträgt. Es verstarben insgesamt 4 Patienten (21 %).

2. - 8. Tag p.OP	2 Patienten (10,5 %) beide eins.
am 23. Tag p.OP	1 Patient (5,3 %) bilateral
nach 4 Wochen p.OP	1 Patient (5,3 %) einseitig

Die erweiterte Operationsletalität kann folglich mit 10,5 % angegeben werden.

Todesursachen:

Der erste Patient (Zustand nach Operation eines Bronchialkarzinoms) kam bereits in einem schlechten Allgemeinzustand und verstarb am 2. Tag nach einseitiger percutaner Chordotomie an einer Ateminsuffizienz und protrahiertem Herz-Kreislaufversagen.

Bei dem zweiten Patienten handelte es sich um den Zustand nach Blasen- und Nierenkarzinom-Operation mit aus-

gedehnter Beckenmetastasierung. Auch dieser Kranke kam in einem stark reduzierten Allgemeinzustand in die Klinik und verstarb am 8. postoperativen Tag nach einseitigem Eingriff. Der dritte Patient wurde in blassem, reduziertem Zustand aufgenommen. Er war wegen eines Nierenkarzinoms operiert worden und wurde zuerst links, 14 Tage später auch rechts chordotomiert und verstarb 10 Tage nach dem 2. Eingriff. Bei der Obduktion wurde ein zentraler Tod bei Hirnmetastasen festgestellt. Der vierte Patient (Zustand nach Nierenbeckenkarzinom-Operation) kam in einem ausreichenden Allgemeinzustand in unsere neurochirurgische Klinik. Er verstarb nach 4 Monaten an seinem Grundleiden, d.h. dem Tumor mit ausgedehnter Metastasierung.

Tabelle 12. O f f e n e Chordotomien im Vergleich mit anderen Autoren

Autor	Patienten- tanzahl	Anteil der Malignome	Anzahl der Eingriffe	Chordotomie- höhe	Seitenlo- kalisation	Ergebnis
eige- ne Pa- tienten	63	71,4 %	69	N, XI/C 1:1 C 1/2:2 D 1/2:1 D 2/3:10 D 3/4:47 D 4/5:2	einseitig: 42,9 % bilateral: 57,1 % Wiederhol.: 9,5 %	Schmerzfr.: 58,7 % gebessert: 30,2 % Mißerfolg: 4,8 % ohne Angaben: 6,3 % Rezidive: 49,2 %
BABT- SCHIN (1)	22	41 % 18 % unbe- kannter Ätiologie	22	D 4/5	einseitig: 77,3 % bilateral: 22,7 %	Rezidive: 22,7 % keine Angaben über Erfolg
OGLE und Mit- arb. (28)	81	84 %	112	C1:6, C2:71 C3:5, C4: 4 C5:1, C6: 2 C7:3, C8:1 T1:9, T2:10	einseitig: 59,3 % bilateral: 40,7 %	Schmerzfr.: 84,8 % von 86 cervicalen Eingriffen
CLO- WARD (5)	10	60 %	11	C 2/3:2 C4/5: 8	keine Ang.	Schmerzfr.: 30 % gebessert: 70 %

Fortsetzung von Tabelle 12

Autor	Patientenzahl	Anteil der Malignome	Anzahl der Eingriffe	Chordotomiehöhe	Seitenlokalisation	Ergebnis
SCHWARTZ (39)	120	88 %	120	C 1/2	einseitig: 53,3 % bilateral: 46,7 %	von 62 Überlebenden mit eins. Chordot. schmerzfr.: 69,4 % Mißerfolg: 30,6 % von 45 Überlebenden mit bilat. Chordot. schmerzfr.: 75,6 % Mißerfolg: 24,4 %
BISCHOF u. SCHÜTTE (4)	91	74 % der thorakal Chordotomierten	125	medull.: 24 cervic.: 2 thorak.: 65	einseitig: 26,4 % (medull.) einseitig: 46,2 % (thorak.) bilateral: 25,3 % (thorak.)	bei Malignomen schmerzfr.: 83,3 % gebessert: 12,5 % bei chron. Schmerz- zuständen schmerzfr.: 29,4 % gebessert: 52,9 %

Tabelle 13. Percutane Chordotomien im Vergleich mit anderen Autoren

Autor	Patientenzahl	Anteil der Malignome	Anzahl der Eingriffe	Chordotomiehöhe	Seitenlokalisation	Ergebnis
eigene Patienten	20	85 %	20	C 1/2	einseitig: 84,2 % bilateral: 15,8 % Wiederh.: 5,3 %	schmerzfr.: 57,9 % gebessert: 31,6 % Mißerfolg: 10,5 % Rezidive: 21,0 %
MULLAN et al. (25)	42	88 %	60	C 1/2	einseitig: 64,3 % bilateral: 19,0 % 2 OP: 11,9 % 3 OP: 2,4 % 4 OP: 2,4 %	schmerzfr.: 81,0 % unverändert: 11,9 %
ROSO-MOFF et al. (34)	35	83 %	44	C 1/2	ungenaue Angaben	schmerzfr.: 68,6 % gebessert: 22,9 % unverändert: 8,6 %
MÜKE u. CORREIA (24)	178	75 %	226	C 1/2	einseitig: 86,5 % bilateral: 13,5 % Wiederhol.: 11,8 %	schmerzfr.: 89,3 % gebessert: 6,7 % unverändert: 3,9 %

Fortsetzung von Tabelle 13

Autor	Patienten- tanzahl	Anteil der Malignome	Anzahl der Eingriffe	Chordoto- miehöhe	Seitenlo- kalisation	Ergebnis
LIN u. Mitarb. (18)	42	90 %	60	C 1/2:21 C 5/6 bzw. C 6/7:39	einseitig: 80 % bilateral: 20 %	bei C 1/2: schmerzfr.: 66,7 % gebessert: 19,0 % ausreich.: 9,5 % Mißerfolg: 4,8 % bei C 5/6 bzw. C 6/7 schmerzfr.: 41,0 % gebessert: 33,3 % ausreich.: 17,9 % Mißerfolg: 7,7 %
ROSO- MOFF (36)	100	71 %	225	C 1/2	alle bilat. Wiederhol.: 9 %	schmerzfr.: 80,0 % gebessert: 13,0 % gering geb.: 5,0 % Mißerfolg: 2,0 %
LO- RENZ (19)	15	100 %	21	C 1/2	einseitig: 66,7 % bilateral: 33,3 % Wiederhol.: 6,7 %	schmerzfr.: 66,7 %

Tabelle 14. Komplikationen nach offener Chordotomie (n = 63)

	zeitweise	bleibend	insgesamt
Blasenstörungen	4 (6,3 %)	4 (6,3 %)	8 (12,7 %)
Paresen	0	1 (1,6 %)	1 (1,6 %)
Mastdarmstörungen	2 (3,2 %)	0	2 (3,2 %)
Atemstörungen	2 (3,2 %)	1 (1,6 %)	3 (4,8 %)
Insgesamt	8 (12,7 %)	6 (9,5 %)	14 (22,3 %)

Tabelle 15. Komplikationen nach perkutaner Chordotomie (n = 19)

	zeitweise	bleibend	insgesamt
Blasenstörungen + Paresen	2 (10,5 %)	1 (5,3 %)	3 (15,8 %)
nur Paresen	1 (5,3 %)	0	1 (5,3 %)
Insgesamt	3 (15,8 %)	1 (5,3 %)	4 (21,1 %)



Abb. 2. Übersicht der in MAINZ von 1956 - 1976 durchgeführten offenen und percutanen Chordotomien

6. Diskussion

An der neurochirurgischen Universitätsklinik in MAINZ wurde bei 63 Patienten in einem Zeitraum von 20 Jahren insgesamt 69 mal eine *o f f e n e*, bei 20 Patienten innerhalb von 3 Jahren 20 mal eine *p e r c u t a n e* Chordotomie durchgeführt, wobei sich die *o f f e n e n* Eingriffe mit einem Gipfel im dritten und vierten Jahr relativ gleichmäßig über die 20 Jahre verteilten (Abb. 2). Bei der *p e r c u t a n e n* Methode ist ein deutlicher Gipfel im 2. Jahr nach der Einführung zu verzeichnen, was mit großer Wahrscheinlichkeit auf die neue Methode, in die sehr große Hoffnung gesetzt wurde, zurückzuführen ist.

Das Alter der Patienten lag bei der *o f f e n e n* Chordotomie zwischen 16 und 82 Jahren und betrug im Durchschnitt 49,6 Jahre, bei PIOTROWSKI und PANITZ (30) 50,9 Jahre. Die meisten Kranken waren sowohl bei uns mit 61,9 %, als auch bei PISCOL (31) mit 61,7 % zwischen 40 und 59 Jahre alt.

Die Patienten mit *p e r c u t a n e r* Chordotomie waren bei uns zwischen 37 und 77 Jahre alt (im Durchschnitt 57,0 Jahre) - also im Mittel 7,4 Jahre älter als die Kranken mit offener Chordotomie. LIN und Mitarbeiter (18) geben einen Durchschnittswert von 56 Jahren an, bei MULLAN (25) war der jüngste Patient 3, der älteste 71 Jahre, bei ROSOMOFF (35) 30 und 85 Jahre und bei BETTAG und Mitarbeitern (2) 21 und 74 Jahre alt. Der Altersgipfel lag bei uns mit 70 % und bei ROSOMOFF (35) mit 60 % zwischen 50 und 69 Jahren. Daraus läßt sich schließen, daß die *p e r c u -*

t a n e Methode häufiger an älteren Patienten, die sich in einem schlechteren Allgemeinzustand befinden, durchgeführt werden kann.

71 % der Patienten, die bei uns o f f e n chordotomiert wurden, litten an einer malignen Grunderkrankung. Bei anderen Autoren (4, 5, 28, 33, 39) schwanken die Angaben zwischen 60 und 88 %, nur BABTSCHIN (1) berichtet von 41 % Malignomen und 18 % Schmerzen unbekannter Ätiologie. In Übereinstimmung mit anderen Autoren (28, 31, 33, 39) stehen Karzinome des weiblichen Genitals in der Häufigkeit auch bei uns an erster Stelle, gefolgt von Karzinomen des unteren Gastrointestinaltraktes.

Bronchialkarzinome, die von anderen Autoren an dritter (28, 39) bzw. vierter Stelle (2, 50) genannt werden, sind bei keinem unserer Patienten für Schmerzen verantwortlich gewesen.

In 85 % der bei uns p e r c u t a n chordotomierten Patienten war ein Neoplasma die Ursache für die Schmerzen. An der Spitze standen Karzinome des unteren Gastrointestinaltraktes, gleichhäufig mit denen des Urogenitaltraktes, gefolgt von Karzinomen des weiblichen Genitaltraktes. Andere Autoren geben an erster Stelle Genitalkarzinome (19, 25) oder Bronchialkarzinome (35), an zweiter Stelle Bronchial- (25) oder Mammakarzinome (19) sowie Karzinome des Gastrointestinaltraktes (35) - und am dritthäufigsten Prostata- (25), Mammakarzinome (35) und Melanosarkome (19) an.

Die häufigsten Ursachen für die unerträglichen Schmerzen der Malignompatienten sind folglich in erster Linie Karzinome des Urogenital- und unteren Gastrointestinaltrak-

tes sowie Bronchial- und Mammakarzinome.

Bei 54 % der o f f e n und bei 70 % der p e r c u -
t a n chordotomierten Patienten bestanden die Schmer-
zen präoperativ bis zu 1 Jahr, bei 14 % (o f f e n e
Chordotomie) und 25 % (p e r c u t a n e Chordotomie)
bis zu 3 Jahren, wobei zu berücksichtigen ist, daß bei
14 % der Kranken mit o f f e n e r Chordotomie die
präoperative Dauer der Schmerzen nicht mehr ermittelt
werden konnte.

Außerdem ist zu bedenken, daß die subjektive Schmerz-
empfindung eine sehr entscheidende Rolle spielt. Nicht
jeder empfindet einen adäquaten Schmerzreiz gleich in-
tensiv. Man kann aber mit Recht annehmen, daß länger be-
stehende Schmerzen meist nicht mehr so stark empfunden
werden. Je stärker ein Kranker seinen Schmerz empfindet,
desto eher wird er einen Arzt aufsuchen. Auch wenn der
Schmerz objektiv meßbar wäre, ist und bleibt das subjek-
tive Empfinden das Kriterium für den Mediziner, um zu
entscheiden, wann eine Intervention notwendig wird.

Bei den Patienten mit chronischen Schmerzzuständen han-
delt es sich meistens um ganz bestimmte Persönlichkeits-
strukturen. Es kann sein, daß nach einer Operation der
Schmerz trotz peripherer Ausschaltung noch andauert -
dann ist er sehr wahrscheinlich über die Segmentgrenze
hinaus zentral fixiert. (4)

Grundsätzlich sollte dem Patienten vor der Operation al-
les genau erklärt werden, insbesondere daß der Erfolg
des Eingriffs wesentlich von der Mitarbeit des Kranken
- der möglichst genauen Beschreibung der Empfindungen
während des Eingriffs - abhängt. Auch sollte man den

Kranken auf die Komplikationen aufmerksam machen, daß nämlich eventuell eine Blasenstörung, ipsilaterale Schwäche oder Kopfschmerzen auftreten können. All dies ist in der Regel vorübergehend, muß jedoch gegen die Schwere der Schmerzen abgewogen werden. (27)

Ferner muß der Patient darauf hingewiesen werden, daß die Analgesie normalerweise immer von einer Thermanästhesie begleitet wird. (31) Da ein Schmerz - vor allem, wenn er chronisch und sehr intensiv ist - u.U. einen Krankheitsprozeß ungünstig beeinflusst, kann durch die Schmerzausschaltung die Genesung gefördert werden. (44) Das bedeutet, daß die Chordotomie nicht nur als Palliativmaßnahme angesehen werden kann.

Vergleicht man den Allgemeinzustand, in dem die Patienten in unserer Klinik aufgenommen wurden, so läßt sich feststellen, daß bei den Patienten, die mit der o f f e n e n Methode behandelt wurden, 37 % in einem reduzierten, bei der p e r c u t a n e n Patientengruppe 50 % in einem reduzierten Allgemeinzustand zu uns kamen. In Bezug auf den guten bzw. schlechten Allgemeinzustand ergaben sich nur geringfügige Unterschiede. Übereinstimmend mit anderen Autoren (22, 23, 31) können wir sagen, daß auf Grund der geringeren Belastung bei der p e r c u t a n e n Chordotomie, Kranke in stark reduziertem oder schlechtem Zustand auch in höherem Alter behandelt werden können.

Sowohl bei uns als auch bei anderen Autoren ist der Anteil der bilateralen bei den o f f e n e n weitaus größer als bei den p e r c u t a n e n Chordotomien. In MAINZ beträgt der Anteil der bilateralen o f f e n e n

n e n Chordotomie 57 %, bei SCHWARTZ (39) 47 %, BARTSCHIN (1) 23 %, OGLE und Mitarbeitern (28) 41 %, BISCHOF und SCHÜTTE (4) 35 % der thorakalen Chordotomien.

Der Anteil der bilateralen p e r c u t a n e n Chordotomie beträgt bei uns hingegen nur 16 %, bei MULLAN (25) 19 %, LIN (18) 20 %, LORENZ (19) 33 % und bei MÜKE und CORREIA (24) 13 %.

Die z.T. niedrigeren Prozentangaben bei dieser Methode sind auf die gefürchteten Atemkomplikationen nach einem hochcervicalen Eingriff zurückzuführen. (siehe 5.2.) Andere Autoren (4, 28, 39) haben auf die immer wieder auftretenden Atemkomplikationen nach bilateralem hochcervicalen o f f e n e n Eingriff hingewiesen. Jene können auch nach bilateraler p e r c u t a n e r Chordotomie in Höhe von C 1/2 vorkommen. (18, 24, 36, 45) MÜKE (23) betont deshalb ausdrücklich, zwischen zwei Eingriffen auf verschiedenen Seiten 3 Wochen verstreichen zu lassen.

Die Operationsdauer spricht mit einem Durchschnittswert von 55 Minuten bei uns, 25 Minuten bei LORENZ (19) und zwischen 30 und 60 Minuten (18) bzw. 40 - 60 Minuten (20) bei anderen Autoren eindeutig für die p e r c u t a n e Methode, die deutlich schneller als die o f f e n e Methode durchgeführt werden kann, bei der die Durchschnittswerte bei uns in MAINZ 100 Minuten betragen.

Vergleicht man den Operationserfolg der beiden Methoden miteinander, so unterscheiden sie sich in diesem Punkt bei uns kaum voneinander. Nach der o f f e n e n Chordotomie wurde in 89 % ein Erfolg, in 59 % Schmerzfreiheit, nach der p e r c u t a n e n in 90 % Erfolg

und bei 58 % Schmerzfreiheit erzielt.

Andere Autoren erreichten bei 69 bzw. 76 % (39), 85 % (28), 30 % (5) und 83 bzw. 29 % (4) eine Schmerzfreiheit, woraus sich ein Durchschnittswert von 62 % ergibt und unsere Klinik mit 59 % diesen Wert leicht unterschreitet.

Nach der p e r c u t a n e n Chordotomie erreichten andere Autoren in 69 % (34), 81 % (25), 67 % (19), 89 % (24), 80 % (36), - 67 % der hochcervicalen und 41 % der tiefcervicalen (18) - eine Schmerzfreiheit, was einem Durchschnittswert von 71 % entspricht - und wir 13 % unter diesem Wert liegen. Dabei muß berücksichtigt werden, daß ein p e r c u t a n e r Eingriff bei uns erst 20 mal durchgeführt wurde und deshalb noch nicht zu den Routineoperationen gehört. Außerdem ist zu beachten, daß es sich bei den meisten Literaturangaben um Ergebnisse unmittelbar oder in den ersten Tagen nach dem Eingriff handelt. Die Spätresultate, die leider bei den wenigsten Autoren aufgeführt sind, weisen sicherlich nicht so hohe Prozentwerte auf.

Bei ROSOMOFF (36) z.B. ist die anfangs erreichte Schmerzfreiheit von 80 % (bei 100 Patienten) nach 6 Monaten auf 41 % (bei 44 Überlebenden) gesunken.

Mit 49 % lag der Anteil der Rezidive nach o f f e n e r Chordotomie weit über dem nach p e r c u t a n e r, der bei uns 21 % betrug.

Nur bei den wenigsten Literaturstellen findet man Angaben über die Rezidivhäufigkeit, z.B. 23 % (1), 40 % (5) nach o f f e n e r - und 7 % (19) und 9 % (36) nach p e r c u t a n e r Chordotomie.

Nach der o f f e n e n Chordotomie traten bei uns in 11,7 % Blasenentleerungsstörungen auf, von denen 6,3 % irreversibel waren. In 9,5 % der Fälle war ein bilateraler thorakaler Eingriff vorausgegangen. Mit diesem Ergebnis liegen wir im Vergleich zu anderen Autoren in einem günstigen Bereich:

68,2 % - davon 9 % irreversibel (1), 13,6 % - davon 2,5 % bleibend (28), 35,5 % - davon 24,3 % nicht reversibel (allein 20,9 % nach bilateraler Chordotomie) (39), 0 % (5), 100 % - davon bei 22 % bleibend, von denen 4,4 % schon vor dem Eingriff Blasenstörungen hatten (4).

Nach den p e r c u t a n e n Eingriffen waren in 15,8 % der Fälle Blasenkomplikationen zu verzeichnen, von denen 5,3 % (1 Patient) irreversibel waren. Dieses Ergebnis unterscheidet sich nicht wesentlich von dem nach den o f f e n e n Eingriffen und liegt wiederum - verglichen mit anderen Literaturangaben - in einem günstigen Bereich:

Bei MULLAN (25) trugen viele Patienten bereits vor der Operation auf Grund einer Beckenerkrankung einen Katheter, bei 2,4 % (1 Patient) zuvor Gesunder war eine irreversible Blasenstörung eingetreten; 14,3 % reversible Blasenstörungen traten bei ROSOMOFF (34) auf; LIN und Mitarbeiter (18) geben einen diesbezüglichen Prozentsatz von 26 % nach hochcervicaler und 4 % (1 Patient) nach tiefcervicaler p e r c u t a n e r Chordotomie an; LORENZ (19) berichtet von 6,7 % (1 Patient), TYTUS (48) von 26 %, wovon 4,3 % (1 Patient) irreversibel waren; MÜKE und CORREIA (24) haben bei 8,4 % Blasenstörun-

gen - davon 2,8 % bleibend - festgestellt; nach ausschließlich bilateralen Chordotomien traten bei ROSO-MOFF (36) in 17 % Blasenkomplikationen auf, die zu 2 % irreversibel waren; laut MATTMANN (20) werden in der Literatur zwischen 15 und 50 % Blasenstörungen angegeben, die in 15 % länger als 3 Wochen anhalten.

Paresen, die sich nicht mehr zurückbildeten, traten in unserem Patientengut nach o f f e n e r Chordotomie nur in 1,6 % der Fälle (1 Patient) auf. Die Literaturangaben schwanken diesbezüglich zwischen 1,2 und 27,5 %:

18,2 % - alle irreversibel (1), 16 % - davon 1,2 % bleibend (28), 15 % - davon 1,9 % nicht reversibel (39), 27,5 % - davon 9,9 % irreversibel (4).

Nach der p e r c u t a n e n Chordotomie waren in 21 % Paresen zu beobachten, die zu 15,8 % diskret und zu 5,3 % schwerwiegend waren. In der Literatur sind die diesbezüglichen Angaben recht unterschiedlich:

14,3 % (25), 8,6 % - alle vorübergehend (34), 29 % nach hochcervicaler und 4 % nach tiefcervicaler Chordotomie (18), 13,3 % - alle vorübergehend (19), 30,4 % - davon 8,7 % bleibend (48), 18 % - davon 2,8 % bleibend (24), 10 % nach bilateralen Eingriffen - davon 3 % bleibend (36).

Eine seltene Komplikation, die bei uns in 3,2 % (2 Patienten) beobachtet wurde, ist die vorübergehende Mastdarmlähmung nach bilateralem Eingriff. Bei BARTSCHIN (1) traten jedoch nach bilateraler Chordotomie bei 13,6 % reversible Darmfunktionsstörungen auf, bei CLOWARD (5), OGLE und Mitarbeitern (28) sowie bei SCHWARTZ (39) waren diesbezüglich keine Komplikationen zu verzeichnen. BISCHOF und SCHÜTTE (4) zählen die Darm paresen zu den selteneren kom-

pplikationen, ohne genauere zahlenmäßige Angaben zu machen.

Nach p e r c u t a n e r Chordotomie wurde sowohl bei unseren Patienten, als auch bei denjenigen anderer Autoren (25, 34, 36, 18, 19, 24, 48,) in keinem Fall eine Störung der Darmmotilität beobachtet, was als ein weiterer Vorteil der p e r c u t a n e n Methode gelten kann.

Die weitaus wichtigste - wenn auch zahlenmäßig nicht im Vordergrund stehende Komplikation betrifft die Atmung. Nach o f f e n e r Chordotomie traten bei uns in 4,8 % (3 Patienten) Ateminsuffizienzen auf, die in einem Fall - nach hochcervicaler Chordotomie - sehr ernst war. Bei BABTSCHIN (1) kam es in diesem Punkt zu keinen komplikationen, bei OGLE und Mitarbeitern (28) finden sich - obwohl deren Operationsletalität 13,5 % beträgt - keine Angaben, bei SCHWARTZ (39) traten in 2,8 % irreversible Atemstörungen auf, die zum Tode führten - und bei BISCHOF und SCHUTTE (4) kam es in 1,1 % (1 Patient) zu einem plötzlichen irreversiblen Atemstillstand nach bilateraler medullärer Chordotomie in einer Sitzung.

Nach der p e r c u t a n e n Chordotomie sind sowohl bei uns, als auch bei den meisten anderen Autoren (25, 34, 19, 48) keine Atemkomplikationen aufgetreten. MÜKE und CORREIA (24) berichten diesbezüglich von 3,9 %, von denen 2,2 % künstlich beatmet werden mußten. Ebenso traten bei ROSOMOFF (36) in 4 % (4 Patienten) Atemkomplikationen auf, von denen 2 % zum Tode der Patienten führten. Bei LIN (18) starben 17,6 % (3 Patienten) der bei C 1/2 chordotomierten Schmerzkranken an einer postoperativen Ateminsuffizienz.

An dieser Stelle soll noch einmal darauf hingewiesen werden, daß Patienten mit einem pulmonalen Primärtumor ganz besonders gefährdet sind, weil zu der Belastung für das Atemzentrum noch die periphere Atmungseinschränkung hinzukommt. In solchen Fällen muß der tiefcervicalen Methode von LIN und Mitarbeitern (18) mehr Beachtung geschenkt werden, weil dadurch die Atemkomplikationen ausgeschaltet werden können, gleichzeitig jedoch ein geringerer Erfolg hinsichtlich der Schmerzbefreiung in Kauf genommen werden muß. Wir haben mit dieser Methode keine Erfahrung.

Falls bei einem Patienten eine doppelseitige Chordotomie durchgeführt werden muß und die Schmerzen vorwiegend einseitig lokalisiert sind, kann auf dieser Seite eine hochcervicale und auf der gegenüberliegenden eine tiefcervicale *p e r c u t a n e* Chordotomie nach der Methode von LIN (18) durchgeführt werden.

Komplikationen, wie gürtelförmige Schmerzen über dem Analgesieniveau, plötzlicher Blutdruckabfall während der Operation, Mißempfindungen, Ataxie, aseptische Meningitiden und Störungen der Sexualfunktion, die bei anderen Autoren (4, 25, 36) in mehreren Fällen beobachtet wurden, traten bei unseren Patienten nicht oder nur vereinzelt und nicht länger anhaltend auf. Es ist lediglich zu bemerken, daß in mehreren Fällen postoperative Nacken- und Kopfschmerzen, wie sie auch von MULLAN (27) beobachtet wurden, sowie ipsilaterale Schmerzen nach einseitiger Chordotomie auftraten, was damit zu erklären ist, daß diese Schmerzen schon vorher bestanden haben, jedoch nicht intensiv genug waren und deshalb von den unerträglichen Schmerzen auf

der Gegenseite völlig überdeckt wurden. MULLAN et al. (25) sehen den Grund für die Nackenschmerzen in einer Occipitalnervenreizung, was selbst bei wirklich schmerzlosem Nadelstich nicht zu vermeiden ist. Bei MÜKE und CORREIA (24) verringerten sich die Komplikationen, je mehr Erfahrung gesammelt wurde.

Die unmittelbare Operationsletalität nach o f f e n e r Chordotomie beträgt bei uns 1,6 %, womit wir im Vergleich zu anderen Autoren - 0 % (1, 5), 13,5 % (28), 2,5 % (39) und 2,2 % (4) - im unteren Bereich liegen. Ähnlich verhält es sich diesbezüglich mit der erweiterten Letalität, die bei uns 7,7 %, in anderen Literaturstellen 9,2 % (39) und 6,6 % (4) beträgt.

Nach p e r c u t a n e r Chordotomie ist bei uns eine unmittelbare Operationsletalität von 0 % zu verzeichnen, bei anderen Autoren 0 % (25), 2,2 % (24), 8,7 % (48), 2 % nach bilateralen (36) und 7,1 % nach hochcervicalen, sowie 0 % nach tiefcervicalen Eingriffen (18). MATTMANN (20) berichtet, daß in der Literatur eine durchschnittliche Letalität von 2 - 4 % angegeben wird. Die erweiterte Letalität beträgt bei uns 10,5 % (2 Patienten), bei LIN und Mitarbeitern (18) 9,5 % nach hochcervicalem und 0 % nach tiefcervicalem Eingriff, bei MÜKE und CORREIA (24) 5,6 %, bei ROSOMOFF (36) nach bilateraler Chordotomie 12 %, so daß wir mit unserem Ergebnis im höheren Bereich einer erweiterten Operationsletalität rangieren.

Insgesamt ergeben sich sowohl hinsichtlich der Komplikationen als auch der Letalität keine extremen Abweichungen im Vergleich zu anderen Autoren.

Nach bilateraler Chordotomie sind die Erfolge am größten,

leider steigt dann auch die Anzahl der Komplikationen mit an, was durch ein zweizeitiges Vorgehen auf ein Minimum gesenkt werden kann.

Bei malignem Grundleiden werden im Vergleich zum benignen durchweg bessere Ergebnisse erzielt (4), wobei die Schmerzfreiheit bei den meisten Patienten bis zum Tode anhielt (24). Bei den Kranken mit benignem Leiden ist andererseits auch die Letalitätsrate wesentlich niedriger. Generell kann man sagen (39), daß Patienten, die längere Zeit ununterbrochen Schmerzen verspüren, eine geringere Chance haben, schmerzfrei zu werden.

Abschließend läßt sich sagen, daß die percutane Chordotomie der offenen aus folgenden Gründen vorzuziehen ist:

1. Kein Narkoserisiko
2. Kürzere Operationsdauer
 - daher ist diese Methode auch für ältere Patienten in relativ schlechtem Allgemeinzustand geeignet.
3. Kürzerer Krankenhausaufenthalt
4. Wiederholung problemlos
5. Seltener Komplikationen wie Blasen- und Mastdarmsstörungen. Bei doppelseitigen Eingriffen weniger Atemstörungen, wenn genügend Zeit zwischen den Eingriffen liegt.
6. Senkung der unmittelbaren Operationsletalität.

7. Zusammenfassung

Nach einer kurzen Einführung in die Schmerzproblematik und einem geschichtlichen Abriß der verschiedenen operativen Methoden der Schmerzbehandlung wird zunächst die offene Chordotomie, wie sie von FOERSTER und TIETZE erstmals durchgeführt wurde, beschrieben, wobei auf Indikation und Technik dieser Methode näher eingegangen wird.

Es folgt eine Analyse der seit 1956 in MAINZ mit offener Chordotomie behandelten Patientengruppe, 63 Patienten.

An erster Stelle stehen bei den Grunderkrankungen die Karzinome des weiblichen Genitaltraktes (21 von 36 Patientinnen, d.h. 58,3 %). An zweiter Stelle folgen Colonkarzinome bei 11 Patienten (17,5 %), drittens Phantomschmerzen bei 6 Kranken (9,5 %) und viertens Querschnittssyndrome bei 5 Schmerzleidenden (7,9 %).

50 Patienten verspürten ihren Schmerz vorwiegend im Bein (79,4 %), 16 (25,4 %) im Steißbein und 13 (20,6 %) im Gesäß.

Die präoperative Schmerzdauer betrug bei 7 Patienten (11,1 %) bis zu 3 Monaten, bei 14 (22,2 %) zwischen 3 und 6 Monaten, bei 13 (20,6 %) zwischen 6 und 12 Monaten und bei 9 Patienten (14,3 %) zwischen 1 und 3 Jahren.

Die meisten Kranken nahmen schmerzlindernde Medikamente ein, wobei am häufigsten Opiate, Psychopharmaka und Analgetika/Hypnotika verordnet wurden.

Der Allgemeinzustand war in 28 Fällen (44,4 %) gut, in 23 (36,5 %) reduziert und in 10 Fällen (15,9 %) schlecht.

Die Überweisung der Patienten erfolgte in 20 Fällen (31,7 %) durch den Hausarzt, in 16 (25,4 %) durch den Frauenarzt und in 12 Fällen (19 %) durch den Internisten.

Nach einer genaueren Beschreibung der percutanen Chordotomie, die 1964 zum ersten Mal von MULLAN beschrieben wurde, wird analog über 20 Patienten, an denen von 1974 bis 1976 in MAINZ eine percutane Chordotomie durchgeführt wurde, berichtet.

Die häufigsten Grunderkrankungen bei diesen Patienten waren: Colonkarzinome bei 6 Kranken (30 %), Karzinome des weiblichen Genitaltraktes bei 3 (15 %), sowie Prostata- und Blasenkarzinome bei jeweils 2 Patienten (10 %).

Bei der Schmerzlokalisation gaben 14 Patienten (70 %) an, die Schmerzen überwiegend im Bein, 10 (50 %) im Rücken, 5 (25 %) im Unterleib und 3 (15 %) im Gesäß zu verspüren.

Präoperativ ertrugen 3 Patienten (15 %) ihre Schmerzen bis zu 3 Monaten, 5 (25 %) zwischen 3 und 6 Monaten, 6 (30 %) zwischen 6 und 12 Monaten und 5 (25 %) zwischen 1 und 3 Jahren.

Der Allgemeinzustand war bei 8 Kranken (40%) gut, bei 10 (50 %) reduziert und bei 2 (10 %) schlecht.

Die Überweisung erfolgte bei 7 Schmerzkranken (35 %) durch den praktischen Arzt. Jeweils 3 Patienten (15 %) wurden vom Internisten, Chirurgen und Gynäkologen eingewiesen.

Eine bilaterale offene Chordotomie wurde bei 36 Patienten (57,2 %), eine bilaterale percutane Chordotomie bei 3 Kranken (15,8 %) durchgeführt.

Einseitig offen wurden 27 (42,9 %), einseitig percutan 16 Patienten (84,2 %) chordotomiert.

Die Incisionshöhe lag bei der offenen Chordotomie in 47 Fällen (74,6 %) bei D 3/4, in 10 Fällen (15,9 %) bei D 2/3. Die percutanen Chordotomien wurden alle in Höhe C 1/2 durchgeführt.

Die Operationsdauer betrug bei der einseitigen offenen im Durchschnitt 80, bei der bilateralen offenen Chordotomie 100 Minuten. Die percutanen Eingriffe dauerten durchschnittlich 55 Minuten.

Eine Schmerzfreiheit wurde nach offener Chordotomie bei 37 Patienten (58,7 %), nach percutaner bei 11 Kranken (57,9 %) erreicht. Bei 19 (30,2 %) offen und bei 6 (31,6 %) percutan chordotomierten Patienten war eine Besserung der Schmerzsymptomatik eingetreten.

Schmerzrezidive traten in 31 Fällen (49,2 %) nach offener und in 4 Fällen (21 %) nach percutaner Chordotomie auf.

Komplikationen waren bei 14 offen chordotomierten Patienten (22,3 %) in Form von Blasen- (12,7 %), Atem- (4,8 %) und Mastdarmstörungen (3,2 %) sowie Paresen (1,6 %) aufgetreten. Nach percutaner Chordotomie waren in 4 Fällen (21 %) Komplikationen zu verzeichnen, und zwar: Blasenstörungen kombiniert mit Paresen (15,8 %) und bei einem Kranken eine alleinige Parese (5,3 %).

Die unmittelbare Operationsletalität betrug nach offener Chordotomie 1,6 %, nach percutaner 0 %, die erweiterte 7,9 % nach offener und 10,5 % nach percutaner Chordotomie.

Ein Vergleich der Ergebnisse, auch mit denen anderer Autoren, zeigt, daß die percutane Methode mit ihrer erweiterten Indikation, dem geringeren Operationsrisiko durch Verkürzung der Operationsdauer und Wegfall der Narkosebelastung, dem kürzeren Krankenhausaufenthalt, der Möglichkeit einer problemlosen Wiederholung des Eingriffs, der niedrigeren Komplikationsrate und der Senkung der unmittelbaren Operationsletalität, insgesamt der offenen Chordotomie überlegen ist.

8. Literaturnachweis

1. BABTSCHIN, I.:

Über die bei der Ausführung der Chordotomie vorkommenden technischen Fehler und Komplikationen.

Bruns' Beitr. klin. Chir. 146 (1929) 721-731

2. BETTAG, W., WANDT, H., ROOSEN, K.:

Pain treatment of advanced malignant diseases by high cervical percutaneous cordotomy.

In: Brain Hypoxia Pain, Advances in Neurosurgery 3, hrsg. von H. Penzholz, M. Brock, J. Hamer, M. Klinger, O. Spoerri, Springer, Berlin 1975, S. 186-189

3. BISCHOF, W.:

Die longitudinale Myelotomie.

Zbl. Neurochir. 11 (1951) 79-88

4. BISCHOF, W., SCHÜTTE, W.:

Komplikationen nach Chordotomien.

Zbl. Neurochir. 25 (1965) 233-243

5. CLOWARD, R. B.:

Cervical chordotomy by the anterior approach. Technique and advantages.

J. Neurosurg. 21 (1964) 19-25

6. ENTZIAN, W., LINKE, D.:

Experience with percutaneous cordotomy.

In: Brain Hypoxia Pain, Advances in Neurosurgery 3, hrsg. von H. Penzholz u.a., Springer, Berlin 1975, S. 190-194

7. FOERSTER, O.:
Ueber eine neue operative Methode der Behandlung spastischer Lähmungen mittels Resektion hinterer Rückenmarkswurzeln.
Z. orthop. Chir. 22 (1908) 203-223
8. FOERSTER, O.:
Vorderseitenstrangdurchschneidung im Rückenmark zur Beseitigung von Schmerzen.
Berl. klin. Wschr. 50 (1913) 1499
9. FOERSTER, O.:
Die Leitungsbahnen des Schmerzgefühls und die chirurgische Behandlung der Schmerzzustände.
Urban & Schwarzenberg, Berlin 1927, S. 104
10. GANONG, W. F.:
Medizinische Physiologie. 2. Auflage
Springer, Berlin 1972, S. 100-101
11. HACKENTHAL, E.:
Schmerzzustände.
In: Pharmakotherapie Klinische Pharmakologie, hrag. von G. Füllgraff und D. Palm, Gustav Fischer, Stuttgart 1975, S. 130-145
12. HANBY, W. B.:
A modified technique for spinothalamic cordotomy.
J. Neurosurg. 11 (1954) 378-385
13. HOPF, H. C.:
Anatomische und physiologische Aspekte des Schmerzes.
Chirurg 44 (1973) 245-249

14. HYNDMAN, O. R., Epps, C. VAN:
Possibility of differential section of the spinothalamic tract. A clinical and histologic study.
Arch. Surg. 38 (1939) 1036-1053
15. JENSEN, H. P.:
Schmerzzustände der oberen Extremitäten: Neurochirurgie.
Chirurg 44 (1973) 254-258
16. KUSCHINSKY, G., LÜLLMANN, H.:
Kurzes Lehrbuch der Pharmakologie. 6. Auflage
Thieme, Stuttgart 1974, S. 116 und 267
17. LANGEN, D.:
Psychotherapie. 3. Auflage
Thieme, Stuttgart 1973, S. 30, 31 und 47
18. LIN, P. M., GILDENBERG, P. L., POLAKOFF, P. P.:
An anterior approach to percutaneous lower cervical cordotomy.
J. Neurosurg. 25 (1966) 553-560
19. LORENZ, R.:
Unstillbare Schmerzen metastasierender Malignome
operativ beseitigt.
Dtsch. Ärztebl., 23 (1972) 1469-1472
20. MATTMANN, E.:
Ein neuer Weg zur Behandlung unstillbarer Schmerzen.
Schweiz. med. Wschr. 98 (1968) 781-783
21. MERREM, G.:
Lehrbuch der Neurochirurgie. 3. Auflage
Verl. Volk und Gesundheit, Berlin 1970, S. 424

22. MÜKE, R.:
Schmerzausschaltung durch perkutane zervikale Chordotomie.
Dtsch. med. Wschr. 97 (1972) 1169-1171
23. MÜKE, R.:
Persönliche Mitteilungen 1974
24. MÜKE, R., CORREIA, A.:
Potentials and limits of percutaneous cervical cordotomy.
In: Brain Hypoxia Pain, Advances in Neurosurgery 3,
hrsg. von H. Penzholz, M. Brock, J. Hamer, M. Klinger,
O. Spoerri, Springer, Berlin 1975, S. 195-198
25. MULLAN, S., HARPER, P. V., HEKMATPANAH, J., TORRES,
H., DOBBIN, G.:
Percutaneous interruption of spinal-pain tracts by
means of a strontium needle.
J. Neurosurg. 20 (1963) 931-939
26. MULLAN, S., HEKMATPANAH, J., DOBBIN, G., BECKMANN,
B.A.:
Percutaneous, intramedullary cordotomy utilizing
the unipolar anodal electrolytic lesion.
J. Neurosurg. 22 (1965) 548-553
27. MULLAN, S.:
Percutaneous cordotomy,
J. Neurosurg. 35 (1971) 360-366

28. OGLE, W. S., FRENCH, L. A., PEYTON, W. T.:
Experiences with high cervical cordotomy.
J. Neurosurg. 13 (1956) 81-87
29. PETERS, U. H.:
Wörterbuch der Psychiatrie und medizinischen Psychologie. 2. Auflage
Urban & Schwarzenberg, München 1977, S. 509
30. PIOTROWSKI, W., PANITZ, C.:
Results after open cordotomy.
In: Brain Hypoxia Pain, Advances in Neurosurgery 3,
hrsg. von H. Penzholz, M. Brock, J. Hamer, M. Klinger,
O. Spoerri, Springer, Berlin 1975, S. 174-177
31. PISCOL, K.:
Die spinalen Schmerzoperationen.
In: Handbuch der Neurochirurgie, Bd. VII/3, hrsg.
von H. Olivecrona, W. Tönnis, W. Krenkel, Springer,
Berlin 1974, S. 577-677
32. ROBERT, J. L.:
Chirurgische Behandlung chronischer Schmerzen.
Schweiz. med. Wschr. 108 (1978) 529-533
33. RÖTTGEN, P.:
Neurochirurgische Behandlung peripherer Schmerzzustände.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 322 (1968) 565-573
34. ROSOMOFF, H. L., CARROL, F., BROWN, J., SHEPTAK, P.:
Percutaneous radiofrequency cervical cordotomy: Technique.
J. Neurosurg. 23 (1965) 639-644

35. ROSOMOFF, H. L.:
Modern pain relief: Percutaneous cordotomy.
J. Amer. med. Ass. 196 (1966) 482-486
36. ROSOMOFF, H. L.:
Bilateral percutaneous cervical radiofrequency
cordotomy.
J. Neurosurg. 31 (1969) 41-46
37. SCHÜLLER, A.:
Über operative Durchtrennung der Rückenmarkstränge
(Chordotomie).
Wien. med. Wschr. 39 (1910) 2292-2296
38. SCHURMANN, K.:
Grundlagen der operativen Schmerzbehandlung.
In: Schmerz. Grundlagen - Pharmakologie - Therapie,
hrsg. von R. Jansen, W. D. Keidel, A. Herz, C. Stei-
chele, Thieme, Stuttgart 1972, S. 194-206
39. SCHWARTZ, H. G.:
High cervical cordotomy - Technique and results.
Clin. Neurosurg. 8 (1962) 282-293
40. SCHWARTZ, H. G.:
High cervical cordotomy.
J. Neurosurg. 26 (1967) 452-455
41. SCOVILLE, W. B.:
Extradural spinal sensory rhizotomy.
J. Neurosurg. 25 (1966) 94-95

42. SHEALY, C. N., MORTIMER, J. T., HAGFORS, N. R.:
Dorsal column electroanalgesia.
J. Neurosurg. 32 (1970) 560-564
43. SPILLER, W. G., MARTIN, E.:
The treatment of persistent pain of organic origin
in the lower part of the body by division of the
anterolateral column of the spinal cord.
J. Amer. med. Ass. 58 (1912) 1489-1490
44. STENDER, A.:
Über den Einfluß der Schmerzbekämpfung auf den
Krankheitsverlauf.
Ärztl. Wschr. 6 (1951) 289-292
45. TAREN, J. A., DAVIS, R., CROSBY, E. C.:
Target physiologic corroboration in stereotaxic cer-
vical cordotomy.
J. Neurosurg. 30 (1969) 569-584
46. TASKER, R. R., ORGAN, L. W.:
Percutaneous cordotomy, Physiological identification
of target site.
Confin. neurol. (Basel) 35 (1973) 110-117
47. TURNBULL, F.:
A basis for decision about cordotomy in cases of pel-
vic carcinoma.
J. Neurosurg. 16 (1959) 595-599

48. TYTUS, J. S.:

Percutaneous cordotomy in the treatment of intrac-
table pain caused by malignant lesion.

Amer. J. Surg. 126 (1973) 176-179

49. WALDEYER, A.:

Anatomie des Menschen, Bd. I., 6. Auflage

Walter de Gruyter & Co, Berlin 1969, S. 145

50. WHITE, J. C., SWEET, W. H.:

Pain and the neurosurgeon, A forty year experience.

Charles C. Thomas, Springfield/Ill. USA, 1969, S. 694

9. Lebenslauf

Ich, Udo Engelhard, wurde am 29.6.1951 als Sohn des Kaufmanns Heinrich Engelhard und seiner Frau Dora, geborene Mauß, in Darmstadt geboren.

In meinem Heimatort Groß-Zimmern besuchte ich von Ostern 1958 bis 1962 die Grundschule. Danach trat ich in das Goethe - Gymnasium in Dieburg ein, wo ich am 9.6.1970 mein Abitur bestand.

Im SS 1971 immatrikulierte ich mich an der Johannes - Gutenberg - Universität in Mainz im Fach Medizin und legte dort am 29.6.1972 mein Vorphysikum und am 26.3.1974 mein Physikum ab. Am 15.11.1977 bestand ich das Staatsexamen.

Vom 1.2.1978 bis zum 31.5.1978 arbeitete ich als Medizinalassistent im Pathologischen Institut der Universitätsklinik Mainz. Seit dem 15.8.1978 bin ich als Medizinalassistent im Heilig-Geist-Hospital in Bingen zuerst in der chirurgischen, dann in der inneren Abteilung beschäftigt.

